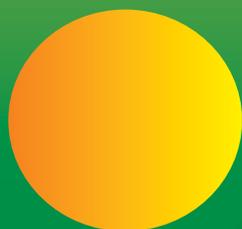


MEMORIAS

2da. Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal



Zacatecas, México del 28 de Agosto al 1 de Septiembre del 2012

Palacio de Convenciones

COMITÉ ORGANIZADOR DEL CONGRESO

COMITÉ HONORIFICO

Lic. Miguel A. Alonso Reyes	Gobernador Constitucional del Estado de Zacatecas
Dr. Everardo González Padilla	Director General de Ganadería SAGARPA
Dr. Pedro Brajcich Gallegos	Director General del INIFAP
Lic. Enrique G. Flores Mendoza	Secretario SEDAGRO
Ing. José de Jesús Romo Santos	Delegado SAGARPA - Zacatecas
M.C. Francisco Domínguez Garay	Rector de la UAZ
I.Q. Armando Silva Chaírez	Rector Electo de la UAZ
MVZ. Mauricio Lastra Escudero	Presidente de COFUPRO
Dr. Homero Salinas González	Director del INIFAP-CIRNOC
Lic. Enrique Márquez Sánchez	Presidente Fundación Produce Zacatecas A.C.
C. Cuauhtémoc Rayas Escobedo	Presidente de la Unión Ganadera Regional - Zacatecas.
C. Oscar Sabag Martínez	Presidente del Comité Estatal de Fomento y Protección Pecuaria de Zacatecas S.C.

COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL

Comité Ejecutivo

Dr. Ramón Gutiérrez Luna Presidente de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales A.C. (SOMMAP)	Presidente.
Dr. Carlos Fernando Aréchiga Flores Director de la UAMVZ-UAZ	Presidente adjunto.
Dr. Daniel Rodríguez Tenorio Profesor-Investigador de la UAMVZ-UAZ.	Secretario de Comité Organizador.
Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera Investigador INIFAP-CIRNOC-CEZAC	Comité Editorial.
Dra. Noemi G. Torrentera Olivera	Presidente Reunión Internacional de Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos

Vocales

MC. José María Carrera Chávez Director del Centro de Investigación y Fomento Ovino-Zacatecas	Coordinador Programa
Dr. Héctor Gutiérrez Bañuelos Profesor-Investigador de la UAMVZ-UAZ.	Coordinador Programa
Dr. Adrián R. Quero Carrillo Profesor-Investigador COLPOS	Coordinador Mesa de Spp. Vegetales Introducidas
Dr. Mario Manzano Camarillo	Coordinador Mesa de Ecosistemas del

Profesor-Investigador ITESM	Pastizal
Dr. Alfonso (Poncho) Ortega	Coordinador Mesa Uso Múltiple del
Profesor Investigador TAMU	Pastizal
Dr. Carlos Aguirre Calderón	Enlace Institucional
Profesor-Investigador ITA El Salto Durango.	
Dra. Iliana Hernández Javalera	Recursos Financieros
Profesor-Investigador UAAAN	
Dr. Juan José Chávez	Traslado y Movilización
Profesor-Investigador de la UAMVZ-UAZ	
Dr. Federico de la Colina Flores	Traducción Simultanea
Profesor-Investigador de la UAMVZ-UAZ.	
Dr. Heriberto Rodríguez Frausto	Evaluación de Posters y Stands
Profesor-Investigador de la UAMVZ-UAZ.	
Dr. Francisco Escobar Medina	
Profesor-Investigador de la UAMVZ-UAZ.	
Dr. Francisco Viramontes Martínez	
Profesor-Investigador de la UAMVZ-UAZ.	
Dr. Luis Manuel Escareño	Stands
Profesor-Investigador de la UAMVZ-UAZ.	
MVZ. Miriam Pinedo y	Edecanes
Paola Correa Aguado	
Laboratorios UAMVZ-UAZ	
C. Delia Aréchiga Valenzuela	Registro
Director Administrativo del CEZAC	
Lic. Damaris Aréchiga Valenzuela	Apoyo

Comité Revisores

Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera
 Dr. Luis Roberto Reveles Torres
 Dr. Ramón Gutiérrez Luna
 Dr. Carlos Fernando Aréchiga Flores
 Dr. Daniel Rodríguez Tenorio
 Dra. Melba Rincón Delgado
 MC. José María Carrera Chávez
 Dr. Juan José Chávez
 Dr. Héctor Gutiérrez Bañuelos
 Dr. Francisco G. Echavarría Chaírez
 Dr. Guillermo Medina García
 Ing. Ricardo Sánchez Gutiérrez

PRESENTACIÓN

La Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales (**SOMMAP**) es una sociedad que data su origen en 1986 por interés de investigadores y autoridades de instituciones como COTECOCA-CGG-SAGARPA, Univ. Autónoma de Chihuahua, Univ. Autónoma Agraria Antonio Narro, Instituto Tecnológico de Sonora e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) entre otras, la cual ha tenido el interés constante de preservar y mejorar los pastizales, debido a que estos representan una fuente de alimento para el ganado y la fauna silvestre, fibras y productos de uso directo e indirecto por el hombre, cosecha de agua y contribución a la disminución del calentamiento global.

Desde su fundación la SOMMAP ha tenido un interés vivo de integrarse a nivel internacional, por lo cual a partir de 2010 la SOMMAP redobló esfuerzos e inició con la realización de su 1er Congreso Internacional en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, el 2º en la ciudad de Chihuahua y ahora el 3er Congreso Internacional de Manejo de Pastizales en la ciudad de Zacatecas, Zac., debido en parte a que los efectos de lo que el hombre hace, tienen repercusiones globales; motivo por el cual se intenta integrar experiencias y conocimientos de autoridades científicas de latitudes diferentes a las nuestras pero con experiencias similares, todo ello para una mejor administración de los recursos naturales.

En el presente 2012 la **SOMMAP** dentro de su 3er. Congreso Internacional de Manejo de Pastizales, integró a la XXII Reunión Internacional Sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos (RIPCLCC). Un evento realizado y organizado exitosamente durante 20 ediciones por parte de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC-ICA) y que en el año de 2010, deciden atinadamente conjuntar esfuerzos con otras 4 Universidades del país, participando la Universidad Autónoma de Baja California Sur, la Universidad Autónoma de Chihuahua, la Universidad Autónoma de Zacatecas, la Universidad Autónoma de Sinaloa y posteriormente solicitando su inclusión el Instituto Tecnológico de Sonora, para de esa manera estas 6 Universidades conformar la Red Interinstitucional Sobre Producción Sustentable de Carne y Leche en Climas Cálidos, y realizar la 1ª. Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal en la

Cd. de Chihuahua, Chih. México en el año 2011 siendo la anfitriona la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

En esta segunda versión de ésta Reunión Conjunta han sido incluidos otros eventos de relevancia internacional y regional como el III Simposio Internacional de Ganado Bovino Productor de Carne y el VI Foro Ovino Zacatecas 2012, coadyuvando de esta manera a consolidar la **2da. Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal**; conjuntando esfuerzos de manera sobresaliente a través de la Universidad Autónoma de Zacatecas y el INIFAP, sirviendo como anfitriones, con sus instalaciones, equipo y personal investigador y administrativo, para que esta 2ª Reunión logre el objetivo planteado desde un inicio: contribuir al conocimiento científico de una correcta producción animal de manera sostenida a través del tiempo, aún frente a condiciones ambientales adversas como es la sequía recurrente, la desertificación, el estrés calórico, el cambio climático y algunos otros fenómenos ambientales.

Publicar las memorias de los trabajos presentados en ocasión de la 2da. Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal, tiene el propósito de multiplicar los beneficios del evento a través de un documento como el presente. Por otra parte, para las generaciones de jóvenes estudiantes de la Ciencia Animal y los Recursos Naturales es importante dejar plasmado en una Memoria como la presente el conocimiento que se ha vertido por especialistas de diferentes disciplinas. Además de que permite al investigador dejar testimonio de sus logros; contribuyendo entre la comunidad científica a ampliar los conocimientos de las ciencias pecuarias, sin perder de vista un enfoque integral de estos problemas y sus soluciones.

Para el comité Organizador, es grato presentar esta Memoria que contiene resultados de investigaciones de diferentes disciplinas pecuarias y de manejo de pastizales; ya que la cantidad de trabajos presentados, reflejan un creciente interés para consolidar la importancia de los objetivos de la 2da. Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal

Por otra parte, el Comité organizador agradece el decidido interés del Gobierno Federal a través de la Coordinación General de Ganadería de la SAGARPA, de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Zacatecas, del INIFAP, de la Fundación Carlos Slim, PRONATURA, ECOPAD, PROFAUNA, Fundación Produce Zacatecas A.C., UAMVZ-UAZ, Asociación Mexicana de Producción Animal A.C., Centro de Investigación y Fomento Ovino de Zacatecas, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Zacatecas y el Palacio de Convenciones del estado de Zacatecas para la realización de este magno evento;

Cabe destacar que hubo una excelente respuesta a la convocatoria por parte de productores, estudiantes, docentes e investigadores, y de manera continua por autoridades de primer nivel; los cuales nos escuchan y atienden nuestras sugerencias y puntos de vista técnicos, los cuales contribuyen a una adecuada toma de decisiones. Por ello agradecemos particularmente a las autoridades su apoyo para facilitarnos el tránsito en el proceso de organización de este magno evento.

Finalmente, deseamos externar que tenemos la firme convicción de que estos esfuerzos realizados para mejorar la producción pecuaria, vendrán a fortalecer la preservación de los recursos naturales de los pastizales y el desarrollo sostenido de nuestros productores de manera digna.

Atentamente

Dr. Ramón Gutiérrez Luna
Presidente de la SOMMAP
Presidente del Comité

Dr. Carlos Fernando Aréchiga Flores
Director de la Unidad Académica de
Medicina Veterinaria y Zootecnia
Presidente Adjunto Comité Organizador

Dra. Noemí Torrentera
Presidente del Comité
Organizador de la XXII Reunión Internacional de Producción de
Bovinos Carne y Leche en Zonas Cálidas
UABC-RIPCLCC

“Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa”

CONTENIDO

PONENCIAS MAGISTRALES

- 1. ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA FUNCIÓN REPRODUCTIVA DE LA VACA LECHERA EXPUESTA A ESTRÉS CALÓRICO: EL USO POTENCIAL DE LOS ANTIOXIDANTES**
Aréchiga CF1, Lozano DR1, Silva RJM1, Escobar FJ1, Rincón DRM1, López CMA1, Aguilera JI1, H. Rodríguez1, Cortés Z1, Medina CA1, Saucedo QS2, Avendaño L2, Correa A2, Espinoza-Villavicencio JL3.....8
- 2. UTILIZING REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES AND ENVIRONMENTAL MODIFICATIONS TO IMPROVE FERTILITY DURING SUMMER IN DAIRY CATTLE**
Todd R. Bilby, Ph.D.....22
- 3. NUTRITIONAL, MANAGERIAL AND HORMONAL STRATEGIES TO MITIGATE THE NEGATIVE EFFECTS OF HEAT STRESS ON REPRODUCTION**
Todd R. Bilby.....36
- 4. GANADERÍA, SEQUÍA Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN PASTIZALES**
Carlos Aguirre-Calderón1, Alberto Lafón Terrazas2, Jürgen Hoth5, Carlos Villalobos González3, Enrique Sánchez Granillo4, Carmelo Pinedo Álvarez2, Ramón Gutiérrez Luna5.....59
- 5. Ganadería Sustentable: Sequia, Desertificación y Manejo de Recursos Naturales**
Carlos Villalobos1, Leobardo Richarte2 y Ronald E. Sosebee3.....69
- 6. REPRODUCTIVE MANAGEMENT OF HIGH PRODUCING DAIRY COWS: NEW STRATEGIES AND ECONOMICS**
Ricardo C Chebel, DVM, MPVM.....76
- 7. MANAGEMENT OF TRANSITION COWS: PRODUCTIVE PERFORMANCE DEPENDS ON IT**
Ricardo C. Chebel, DVM, MPVM.....87
- 8. ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LA SEQUÍA EN RANCHOS GANADEROS EL NORTE DE MÉXICO**
Eduardo A. González V1., C. Wayne Hanselka2 y J. Miguel Ávila Curiel3.....110
- 9. EFECTO DE LOS ÁCIDOS GRASOS DE LA DIETA EN LA REPRODUCCIÓN DE RUMIANTES**
Espinoza, J.L.V.1*, Ortega, R.P.1, Palacios, A.E.1, Guillén, A.T1, Sepúlveda, C.P.O.1 y Ávila, N.S.2.....117
- 10. GESTION DE RIESGOS Y POLITICAS PUBLICAS EN GANADERIA ASOCIADAS A IMPACTOS POR SEQUIA**
Fernando Paz1 y Jesús Escamilla2.....131
- 11. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA EN EL SEMIÁRIDO MEXICANO**
Francisco G. Echavarría-Cháirez1, Guillermo Medina García1.....142

12. LA FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO COMO ALTERNATIVA PARA EL ENRIQUECIMIENTO NUTRICIONAL DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES	
Francisco Javier Gutiérrez Piña ¹ , Héctor Gutiérrez Bañuelos ¹ , Alberto Muro Reyes ¹ , Luis Humberto Díaz García ¹ , Carlos Aurelio Medina Flores ¹ y Rómulo Bañuelos Valenzuela ¹	148
13. EL USO DE β-AGONISTAS EN RUMIANTES MENORES	
Marco Antonio López Carlos.....	155
14. LA TRASLOCACION ROBERTSONIANA BOVINA Y SU REPERCUCIÓN ENLA REPRODUCCIÓN EN EL ESTADO DE ZACATECAS	
Braulio Lozano Carbajal, Rómulo Bañuelos Valenzuela, Federico de la Colina Flores y Carlos Meza López.....	160
15. MANEJO DEL AGOSTADERO CON CAPRINOS	
Miguel Mellado Bosque.....	165
16. RETOS Y PERSPECTIVAS DE LA OVINOCULTURA EN EL ESTADO DE ZACATECAS	
José M. Carrera Ch. ¹	181
17. ADAPTABILIDAD DE LA GENÉTICA OVINA A RECURSOS LIMITADOS POR CONDICIONES DE SEQUÍA	
Felipe Alonso Rodríguez Almeida.....	191
18. UTILIZACIÓN DE FORRAJES EN ELMANEJO NUTRICIONAL DEL OVINO	
RICARDO D. AMÉNDOLA ¹	198
19. LA CADENA AGROALIMENTARIA DE CARNE ORGÁNICA - UNA OPCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE BOVINOS CARNE	
P. Fajersson.....	211
20. EL ROL DE LOS PASTOS EN PERÍODOS RECURRENTES DE SEQUÍA: RETOS Y OPORTUNIDADES EN EL MANEJO DE PASTIZALES	
Carlos Ortega-Ochoa, Ph.D.....	217
21. ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES MENORES EN ZONAS ÁRIDAS	
Roque Gonzalo Ramírez Lozano.....	225
22. EI USO DE GRANOS DE DESTILERIA EN LA ALIMENTACION DEL GANADO	
Sergio A. Soto Navarro ¹ y María Fernanda Martínez Pérez.....	246
23. HORMONAL TREATMENTS TO IMPROVE FERTILITY IN HIGH LACTATING COWS DURING THE SUMMER AND AUTUMN- BASIC AND APPLIED STUDIES	
Zvi Roth*.....	252

GRAMINEAS INTRODUCIDAS

24. PASTO AFRICANO <i>Eragrostis lehmanniana</i> Nees.	
Alicia Melgosa Castillo.....	262
25. Estrella de África (<i>Cynodon plectostachyus</i> Vanderyst)	
Javier Fco. Enríquez Quiroz, Enrique Cab Jiménez.....	269
26. Privilegio o Guinea [<i>Megathyrus maximus</i> (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs] antes: <i>Panicum maximum</i> Jacq.....	275

27. Llanero (<i>Andropogon gayanus</i> Kunth)	282
28. Pasto Buffel <i>Cenchrus ciliaris</i> L. Link. (<i>Pennisetum ciliare</i> Lam.) Ph. D. Fernando A. Ibarra Flores ¹ ; Ph. D. Martha H. Martín Rivera ¹ y Ph. D. Adrián R. Quero Carrillo ²	288
29. <i>Bothriochloa pertusa</i> (L.) A. Camus. Pasto Carretero Rubén Darío Garza Cedillo.....	312
30. Pasto Rosado <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka. Ernesto Flores Ancira ¹	330
31. Pasto Llorón (<i>Eragrostis curvula</i> (Schrader) Nees) Carlos R. Morales Nieto.....	340
32. Fijación de Nitrógeno en Gramíneas de Pastizal Plascencia J. R. ¹ , R. Quintero E. ¹ , A. R. Quero C. ¹	345
33. GRAMÍNEAS FORRAJERAS NATIVAS DE MÉXICO: RECOLECTA Y APROVECHAMIENTO SISTEMÁTICO Quero, C. Adrián. R. ¹ , Leonor, Miranda J. ¹	360

PASTIZALES Y FORRAJES

34. ARBUSTIVA MORERA (<i>Morus alba</i>), NIVELES EN DIETAS CON PASTO TAIWÁN (<i>Pennisetum purpureum</i>) SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE OVINOS DE PELO Jorge Aguirre ^{1*} David Pacheco ¹ , Pedro Lara ² , Alejandro Gómez ¹ , Lenin Loya ¹ , Sergio Martínez ¹ , Ricardo Ulloa ¹ , Agapito Gómez ¹ , y José C. Ramírez ¹	382
35. DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN COMUNIDADES GANADERAS DE BAJA CALIFORNIA SUR Raúl Avalos ¹ , José D. Osuna ¹ , Melesio Sánchez ¹ y Mario A. Avalos.....	388
36. ECOFISIOLOGÍA DE LA GERMINACIÓN DEL ZACATE ROSADO (<i>Melinis repens</i>) Martha I. Balandrán ¹ , Alicia Melgoza ¹ , Juan Á. Ortega ¹ , D. Ojeda ² y C. Pinedo ¹	395
37. ACUMULACIÓN TOTAL DE LIGNINA ENTRE ECOTIPOS DE <i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr, EN TEJIDO VASCULAR FOLIAR Álvaro Bernal ¹ , Adrián R. Quero ¹ , Zeng Yu ² , Hilda A. Zavaleta ¹ , María E. Ortega ¹ , Paulino Pérez ¹	400
38. CRECIMIENTO DE BECERROS EN PRADERAS IRRIGADAS EN LA SIERRA DE SONORA Félix R. Burboa ¹ , Miguel A. Zapata ¹ , Rubén Cabanillas ¹ , Gustavo D. Ibarra ¹ y César Ortega ¹	405
39. COMPARACIÓN DE VARIETADES DE SORGO FORRAJERO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN QUIRIEGO, SONORA, MÉXICO. Rubén Cabanillas, Gustavo D. Ibarra, Cesar Ortega, Félix R. Burboa y Arturo Morales.....	409
40. FACTORES ANTINUTRICIONALES Y DEGRADABILIDAD DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES Francisco E. Cab ¹ , Adrian R. Quero ² , Javier F. Enríquez ¹ , María E. Ortega ² , Guillermina Martínez ³ y Alma X. Ibarra ¹	414
41. CONCENTRACIÓN DE GLOMALINA Y CARBONO EN SUELOS DE PASTIZALES CON DIFERENTE CONDICIÓN EN CHIHUAHUA	

	Regina Carrillo ¹ , Pedro Jurado ¹ , Celia Holguín ²	420
42.	RESTAURACIÓN DE ÁREAS ABANDONADAS AL CULTIVO CON ZACATE KLEIN EN LA REGIÓN SURESTE DE COAHUILA David Castillo ¹ y Mariano Narcia.....	425
43.	LA RESIEMBRA DE PASTIZALES: UNA PRACTICA PARA REDUCIR LA DENSIDAD DE ALFOMBRILLA (<i>Drymaria arenarioides</i>). ¹ Antonio H. Chávez Silva. ¹ Carmelo Pinedo, ² Francisco González G. y ² Oscar Serna Beltrán.....	430
44.	ESPECIES VEGETALES ASOCIADAS CON ALFOMBRILLA (<i>Drymaria arenarioides</i>) EN ÁREAS DE PASTIZAL EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA ¹ Antonio H. Chávez. ¹ Carmelo Pinedo, ² Francisco González G. y ² Oscar Serna Beltrán.....	435
45.	CAMBIOS EN LA DENSIDAD DE PLANTAS DE ALFOMBRILLA (<i>Drymariaarenarioides</i>) CON LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD EN ÉPOCA DE SEQUÍA. ¹ Antonio H. Chávez Silva. ¹ Carmelo Pinedo, ² Francisco González G. y ² Oscar Serna Beltrán.....	440
46.	PRODUCCION Y CALIDAD DEL FORRAJE EN VARIEDADES DE AVENAEN EL ALTIPLANO DE TAMAULIPAS Manuel de la Garza* ¹ , Rubén D. Garza ¹ y Jaime Flores ¹	445
47.	RESPUESTA DE DOS ZACATES DE UN PASTIZAL SEMIÁRIDO A DIFERENTES INTENSIDADES Y ÉPOCAS DE UTILIZACIÓN Luis Lauro de León ¹ , Miguel Mellado ² , Luis Pérez ¹ , Luis Rodríguez ³ , Juan Ricardo Reynaga ¹ y Rafael Trejo ¹	450
48.	PRESENCIA DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN LA RIZÓSFERA DE <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka EN AGUASCALIENTES, MÉXICO Abraham Díaz ¹ , Ernesto Flores ¹ , José de J. Luna ¹ , Alfonso de Luna ¹ , Víctor Olalde y Juan T. Frías ³	455
49.	PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE CINCO ESPECIES DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS TROPICALES CON Y SIN FERTILIZACIÓN EN LA REGIÓN CENTRAL DE VERACRUZ Javier F. Enríquez ¹ *, Francisco I. Juárez ² , Maribel Montero ¹ , Isaías Lopez ¹ , Gregorio Nuñez ³ , Francisco E. Cab ¹ y Daniel Martínez ¹	460
50.	OBTENCIÓN DE ACEITE CON GIRASOL (<i>Helianitus annus</i>) PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA. Ezra Sául Esparza ¹ , Antonio H. Chávez Silva ¹ , Oscar Serna ² , Oscar A. Viramontes ¹ y Guadalupe N. Aguilar ¹	465
51.	EFFECTO DEL NITROETANO SÓBRE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> DE LA MATERIA SECA, FRACCIONES DE FIBRA Y PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES DE DIFERENTES SUSTRATOS Alejandro Espinoza ¹ , Héctor Gutiérrez ¹ *, Alberto Muro ¹ , Robin Anderson ² , Agustín Corral ⁴ , Ramón Gutiérrez ^{1,2}	470
52.	PROPUESTA DE MANEJO DE UN AREA DE CONSERVACION Y MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES RANCHO TESEACHI UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA	

ESPINOZA PRIETO J.R. 1, QUINTANA MARTINEZ R.M.1, SOTO CRUZ, R. 1, ALMELA SINECIO O. 1 PINEDO ALVAREZ C. 1, QUINTANA MARTINEZ G. 1.....	475
53. CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA, DEGRADABILIDAD IN VITRO Y PERFIL NUTRICIONAL DE <i>Larrea tridentata</i> Y <i>Astragalus spp.</i> Carlos V. Favela.,1Alberto Muro.,1Romulo Bañuelos.,1Carlos A. Medina.,1Francisco J.Gutierrez.,1 y Héctor Gutierrez.1*	480
54. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE <i>Tillandsia recurvata</i> (PAXTLE) Héctor Gámez1, Jorge Urrutia1, Sergio Beltrán2, Catarina Loredo2, Francisco Echavarría3,María Teresa Rivera1, José F. Cervantes Becerra1.....	484
55. ESTABLECIMIENTO Y PRODUCCION DE REMOLACHA FORRAJERA (<i>Betavulgaris</i>, L.) VARIEDAD BOLA ROJA EN SUELOS SALINOS DEL CBTa. No. 105 J. Encarnación García Portuguese1.....	491
56. ¿VARIACIÓN EN LLUVIAS AFECTA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS FORRAJERAS DEL MATORRAL TAMAULIPECO EN EL NORESTE DE MÉXICO? Jaime F García1, Julio C. Ríos2.....	495
57. DIVERSIDAD MORFOLÓGICA Y VALOR NUTRITIVO DE SIETE NUEVOS GENOTIPOS DE PASTO BUFFEL (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) Y UN CULTIVAR,TOLERANTES AL FRÍO Santiago Garduño Velázquez1, Salvador Fernández Rivera2, Raúl Rodríguez3, Adrian Quero1,Alfonso Hernández1.....	502
58. CARACTERIZACIÓN CITOLÓGICA DE RECURSOS GENÉTICOS DE PASTO GIGANTE [<i>Leptochloa dubia</i> (H.B.K) Nees] Santiago Garduño1, David Bonnet, Adrián R. Quero1, Alfonso Hernández1, Javier F. Enríquez2 y David Hernández1.....	507
59. PRODUCCION Y CALIDAD DE FORRAJE DE SIETE VARIEDADES DE AVENA EN DIFERENTES ETAPAS DE CORTE EN EL SUR DE JALISCO Alfredo González1, Luis E Arias2, Alejandro Yáñez1, Luis A. González3, Manuel Silva1,Mario A Vega2 y Rubén Larios4.....	512
60. EVALUACION DEL CULTIVO DE KENAF (<i>Hibiscus cannabinus</i>) EN LA ZONA DE RIEGO DE CULIACÁN. Daniel González1, Juan E. Reyes1, Alfredo Loaiza1, Jesús Pérez1.....	517
61. CALIDAD DEL ENSILADO DE KENAF (<i>Hibiscus cannabinus</i>) EN LA ZONA DE TEMPORAL DE CULIACÁN SINALOA Daniel González1, Juan E. Reyes1, Alfredo Loaiza1, Jesús Pérez1.....	522
62. USO DEL RODILLO TRITURADOR PARA EL CONTROL DE MEZQUITE Y HUIZACHE EN EL SUR DE TAMAULIPAS Eduardo A. González1, J. Miguel Ávila2.....	526
63. SORGOS DULCES PARA PRODUCCIÓN DE ETANOL Y FORRAJE EN CHIHUAHUA Luis G. Gonzales 1, Antonio H. Chávez1, Oscar Serna 2 Oscar A. Viramontes1 y Guadalupe N.Aguilar1.....	530
64. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y DE CALIDAD DE FORRAJE DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS NATURALIZADAS Y NATIVAS EN LA ZONA TEMPLADA DE PUEBLA, MÉXICO	

	Juan de Dios Guerrero ^{1*} , Rocío M. Flores ² , Numa P. Castro ² , Ángel Bustamante ¹ , Ramiro Escobar ² , Francisco Calderón ¹ y Samuel Vargas ¹	536
65. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE ATRIPLEX BARCLAYANA MEDIANTE ECUACIONES DE PREDICCIÓN	Ariel Guillén Trujillo ^{*1} , Mónica Leyva Reyes ¹ , Alejandro Palacios Espinosa ¹ y José Luis Espinoza Villavicencio ¹	542
66. SIEMBRA Y ESTABLECIMIENTO DE CUATRO GRAMINEAS CON DIFERENTES MÉTODOS Y UNIDADES DE DISPERSIÓN	Filogonio J. Hernández ¹ , Paulino Pérez ¹ , Gabino García ¹ , María E. Ortega ¹ , Efrén Ramírez ¹ , María E. Carranco ² , Adrián Quero ¹ y Raúl Plascencia ¹	548
67. TAMAÑO DE CARIÓPSIDE Y DESARROLLO DE GRAMÍNEAS PARA TEMPORAL	Hernández GFJ ¹ , García de los S. G. ¹ , Ma. E. Ortega C. ¹ , Pérez RP ¹ y Quero CAR ¹	553
68. CALIDAD FORRAJERA E INDUSTRIAL DE VARIEDADES DE SORGO CULTIVADAS EN DURANGO, MÉXICO	Rigoberto Rosales ¹ , Octavio G. Núñez ¹ , Cinthya A. Nava ¹ , Rafael Jiménez ^{1*} , Evenor I. Cuéllar ¹ , Esperanza Herrera ² y José F. Mercado ¹	558
69. RENDIMIENTO Y CALIDAD FORRAJERA DE ESPECIES VEGETALES CULTIVADAS EN DURANGO, MÉXICO	Octavio G. Núñez ¹ , Rigoberto Rosales ¹ , Rafael Jiménez ^{1*} y Adriana Nava ¹	564
70. ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE PRADERAS PURA Y ASOCIADAS EN LA ÉPOCA DE LLUVIA EN UN AMBIENTE TROPICAL SECO	Régulo Jiménez ¹ , Quero CAR ² , Hernández GA ² , Martínez HPA ³	570
71. ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE PRADERAS PURA Y ASOCIADAS EN LA ÉPOCA SECA EN UN AMBIENTE TROPICAL	Jiménez GR ¹ , Quero CAR ² , Hernández GA ² , Martínez HPA ³ , Flores ZM ¹	575
72. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE PASTO MOMBAZA, A DIFERENTE FRECUENCIA DE CORTE	Santiago Joaquín ^{1*} , Bertín M. Joaquín ² , Alfonso Hernández ¹ , Javier F. Enríquez ³ , Humberto Vaquera ⁴ , Adelaido R. Rojas ¹ , Sergio I. Mendoza ¹ , Adrián R. Quero ¹ ...	580
73. CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN MATORRALES DE CHIHUAHUA	Pedro Jurado, Rubén A. Saucedo, Carlos R. Morales, Martín Martínez, Saúl Alvidrez.....	585
74. CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN PASTIZALES DE CHIHUAHUA SOIL ORGANIC CARBON IN GRASSLANDS OF CHIHUAHUA	Pedro Jurado, Rubén A. Saucedo, Carlos R. Morales, Martín Martínez, Saúl Alvidrez.....	590
75. PASTIZALES: SU CONSERVACIÓN Y EL MARCO LEGAL EN MÉXICO	Alberto Lafón ¹ , Enrique Carréon ¹ , José Luis Borda ¹ y Haydee Parra ²	595
76. RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE SEIS GRAMÍNEAS COSECHADAS CADA 35 DÍAS EN CLIMA AW¹	Isaías López ¹ , Teresa B. García ¹ , Maribel Montero ¹ , Bertha L. Rueda ¹	599
77. RENDIMIENTO DE FORRAJE DE SEIS GRAMÍNEAS COSECHADAS A CUATRO FRECUENCIAS DE CORTE EN CLIMA AW¹		

	Isaías López ¹ , Teresa B. García ¹ , Maribel Montero ¹ , Yadira López ² , Bertha L. Rueda ¹	605
78.	APLICACIÓN DE SENSORES REMOTOS PARA ESTIMAR PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA EN PASTIZALES DE CHIHUAHUA, MÉXICO	
	Pablito M. López S. ¹ , Carmelo Pinedo A. ² , Carlos Morales N. ² y Cristina Vélez S. ²	610
79.	RIESGO A LA EROSIÓN HÍDRICA Y PRÁCTICAS DE MANEJO DE SUELOS EN LA MICROCUCIENCA LA CONCORDIA, ARMADILLO DE LOS INFANTE, S.L.P.	
	Salvador Durán ¹ , Catarina Loredó ^{2*} , Jesús Huerta ² , José Luis Lara ² y Sergio Beltrán ³	616
80.	GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS ESTABLECIDAS EN LADERA CON DIFERENTES ARREGLOS PARA LA INCORPORACIÓN DE BIOMASA Y NITROGENO AL SUELO MEDIANTE EL USO DE ABONOS VERDES EN LA COSTA DE CHIAPAS	
	José de J. Maldonado M. ¹ y Juan José Castillejos-Ríos ²	621
81.	CALIDAD EN MAÍZ FORRAJERO MEDIANTE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA CON TRES LÁMINAS DE RIEGO	
	Mariano FC ¹ , Ortiz CFE ^{2*} , Espinosa RM, Flores TJ ² , Garza CRD ² , Vargas V E ²	627
82.	RESPUESTA DE <i>Leucaena leucocephala</i> cv. Peruana A LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y BIOLÓGICA	
	Mariano FC ¹ , Jaime Flores ² , Rubén D. Garza ² Flor E. Ortiz ²	632
83.	EFEECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y BIOLÓGICA EN ALFALFA <i>Medicago sativa</i> L	
	Mariano FC ¹ , Flor E. Ortiz ² , Jaime Flores ² , Rubén D. Garza ² , Vargas VE ²	638
84.	DINAMICA DE CAMBIOS EN EL PASTIZAL DEL ESTADO DE ZACATECAS, MÉXICO PARA EL PERIODO 1978-2002	
	Miguel Márquez ¹ , Raúl R. Ruiz ¹ , Ricardo D. Valdez ¹ y Fidel Blanco ¹	643
85.	CALIDAD DEL FORRAJE DE MAÍZ PARA ENSILAJE EN LA REGION ALTOS DEJALISCO	
	Fernando Martínez, José de Jesús Olmos, Margarita Elizabeth Castellanos, Ofelia Iñiguez, Humberto Ramírez y José Ángel Martínez.....	648
86.	POTENCIAL PRODUCTIVO DEL PASTO BUFFEL (<i>Cenchrus ciliaris</i>) ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE ZACATECAS	
	Guillermo Medina ¹ , José A. Ruiz ² , Gabriel Díaz ³ , Nadiezhda Y. Z. Ramírez ⁴	653
87.	ARBUSTIVAS DE AGOSTADEROS CON POTENCIAL PARA FITORREMEDIACION	
	Alicia Melgoza ¹ , Roberto Gutiérrez ¹ , Juan A. Ortega ¹ , Pedro Jurado ² , Cristina Vélez ¹ y Marusia Rentería ¹	658
88.	CONSTRUCCION DE UN MODULO DE PRODUCCION DE GAS <i>IN VITRO</i> PARA LA EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE INGREDIENTES CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES	
	Ana K. Moreno ¹ , Remberto Sandoval ² , Héctor Gutiérrez ^{1*} , Alberto Muro ¹ , Francisco J. Gutiérrez ¹ , Romulo Banuelos ¹ , Carlos A. Medina ¹ , Luis H. Díaz ¹ , Luis O. Tedeschi ³	663

89. PRODUCTIVIDAD DE SIETE ASOCIACIONES Y DOS PRADERAS PURAS DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS EN CONDICIONES DE PASTOREO	
¹ Miguel Ángel Moreno Carrillo, ^{1*} Alfonso Hernández Garay, ¹ Humberto Vaquera Huerta, ¹ Carlos Trejo López, ¹ José Alberto Escalante Estrada, ² José Luís Zaragoza Ramírez, ³ Bertín Maurilio Joaquín Torres.....	667
90. CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA, DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> Y PERFIL NUTRICIONAL DE <i>Prosopis laevigata</i>	
Carlos U. Pasillas ¹ , Alberto Muro ¹ , Romulo Banuelos ¹ , Francisco J. Gutierrez ¹ , Carlos A. Medina ¹ y Héctor Gutiérrez ¹	673
91. CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y FISIOLÓGICA DE SEMILLA DE PASTO ADAPTADO A ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO	
Raúl Plascencia Jiménez ^{1*} Adrian R. Quero Carrillo ¹	678
92. BENEFICIO DE DIÁSPORAS DE BANDERITA Y SUS EFECTOS EN PUREZA FÍSICA Y GERMINACIÓN	
Quero, C Adrián R ¹ , Juan Molina ¹ , L Miranda Jiménez ¹ y FJ Hernández G ¹	683
93. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y NUTRICIONAL DEL FORRAJE DE MAÍZ DE GRANO BLANCO Y AMARILLO	
Cesar A. Reyes ¹ , Rubén D. Garza* ¹ , Miguel A. Cantú ² , José A. López ² , y José M. Otero ²	688
94. DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA PROTEÍNA CRUDA DE ZACATE WWB. DAHL (<i>Bothriochloa bladhii</i>) A DIFERENTES NIVELES DE RIEGO	
Flor A. Ríos ¹ , Agustín Corral ¹ , Eduardo Santellano ¹ y Carlos Ortega ¹	693
95. EFICIENCIA FÍSICA, ECONÓMICA Y SOCIAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO EN ALFALFA EN LOS DR-017 Y DR-005SOCIAL	
José L. Ríos ^{1*} , Miriam Torres ² y José Ruiz ¹	698
96. EFICIENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO EN RYE GRASS (<i>Lolium multiflorum</i>) VERSUS ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) EN EL DR017, COMARCA LAGUNERA	
José L. Ríos ^{1*} , Miriam Torres ² , José Ruiz ¹	703
97. FORESTALES USADAS COMO FORRAJE DE EMERGENCIA EN CUENCAME DGO	
Ríos SJC ^{1*} , Jiménez OR ¹ , Rosales SR ¹	708
98. GERMINACION DE MENODORA (<i>Menodora scabra</i> A. Gray) CON DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD	
Otilia Rivero ¹ , Alicia Melgoza ¹ , Cassandra Flores ¹ , Andrés Robles ¹ , Carlos Ortega ¹ y Carlos Morales ¹	712
99. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y RENDIMIENTO DE FORRAJE DE CINCO VARIEDADES DE ALFALFA	
Adelaido R. Rojas ^{1*} , Alfonso Hernández ¹ , Santiago Joaquín ¹ , Sergio I. Mendoza ² , Juan de Dios Guerrero ³ y José L. Zaragoza ²	716
100. PLANTAS ENDÉMICAS DE MÉXICO EN LOS PASTIZALES DE CHIHUAHUA: BASE PARA SU CONSERVACIÓN	
Mario H. Royo ¹ y Alicia Melgoza ²	721

- 101. ENSILAJE DE HÍBRIDOS DE SORGO FORRAJERO ADICIONADO CON GRANO DE MAÍZMOLIDO Y MELAZA CON UREA Y SULFATO DE AMONIO**
Pablo Amín Ruiz Cruz¹ y José de J. Maldonado M.¹.....729
- 102. ESTABLECIMIENTO DE UN BANCO DE AGUA Y ENERGIA A TRAVÉS DEL MANEJO INTENSIVO DE *Opuntia ficus indica* var. *Copena F1* BAJO CONDICIONES MARGINALES EN VILLA DE COSS, ZACATECAS, MEXICO**
Eduardo J. Ruiz¹ y Daniel Rodríguez¹.....734
- 103. ESTRATEGIAS PARA LA REVEGETACION DE PASTIZALES ARIDOS DEGRADADOS EN ZACATECAS, MEXICO**
Eduardo J. Ruiz-Fernández¹, Ricardo D. Valdez-Cepeda^{2, 3}, Luis Pérez-Romero, Daniel Rodríguez-Tenorio¹ and Rafael Magallanes Quintanar⁴.....739
- 104. ANALISIS DE LA DIVERSIDAD EN UN PASTIZAL RESTAURADO CON RODILLO REHABILITADOR DE PASTIZALES MODIFICADO, EN VILLA DE COS, ZACATECAS, MEXICO**
Eduardo J. Ruiz¹, Javier Jiménez¹, Marisela Pando¹, Eduardo J. Treviño¹, Oscar A. Aguirre¹, Ricardo D. Valdez².....744
- 105. CARACTERISTICAS FORRAJERAS DE ESPECIES DE GRANO PEQUEÑO EN CONDICIONES DE TEMPORAL EN ZACATECAS**
Ricardo A. Sánchez¹, Luis E. Arias², Fernando González ³. Y Ma. Del Rosario Tovar⁴.....749
- 106. COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE SEMILLA DE 12 GENOTIPOS Y UNA VARIEDAD DE PASTO BANDERITA**
Fernando Sánchez, F1. J. Hernández, F.2 Carrete C.1, R. Plascencia³, Adrián R. Quero².....754
- 107. DESARROLLO DE GENOTIPOS DE PASTO BANDERITA AL ESTABLECIMIENTO**
Fernando Sánchez¹, Filogonio Hernández², Francisco Carrete¹, Raúl Plascencia², Adrián Quero².....759
- 108. EVALUACIÓN DE TRITICALE COMO ALTERNATIVA DE DOBLE PROPÓSITO: FORRAJE Y GRANO PARA LA GANADERÍA EN B. C., MÉXICO**
Jesús Santillano Cázares^{1*}, David Calderón Mendoza¹, Karim Ammar² y Martín Carmona Victorias.....764
- 109. DEGRADABILIDAD RUMINAL EN DOS VARIEDADES DE ALFALFA CON DIFERENTE MADUREZ**
*Oscar. Serna, Francisco. J. González, José. G. Terrazas, Juan. O. Ronquillo, Octavio Núñez.....769
- 110. CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO Y ACIDO EN ALFALFA POR INFLUENCIA DE LA MADUREZ**
* Oscar. Serna, Juan. O. Ronquillo, José. G. Terrazas, Francisco. J. González, Octavio Núñez.....774
- 111. PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE *Camelina sativa* EN CHIHUAHUA MÉXICO**

- 1Oscar Serna Beltrán, 2Antonio H. Chávez Silva, 1Daniel Albarran A. y 1Francisco González G.....779
- 112. PRODUCCION DEL CLON CUBANO OM-22 (*Pennisetum purpureum*) UTILIZANDO NIVELES DE FERTILIZACIÓN Y FRECUENCIAS DE CORTE OM-22 CUBAN CLONE (*Pennisetumpurpureum*)**
Edgar E. Sosa*, María del C. Zavaleta1, Eduardo J. Torres1, José D. Pérez1.....783
- 113. ESTADO DE SALUD DE LOS PASTIZALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA**
Alfonso Valerio1, Enrique Carréon1 y Alberto Lafón1.....788
- 114. EL ÁREA EFECTIVA DE APACENTAMIENTO: ESTUDIO DE CASO, RANCHO “LA COMUNIDAD”, MÚZQUIZ, COAHUILA, MEXICO**
Ricardo Vásquez1, Misael Rodríguez 1 y Camerino Rojas 1.....793
- 115. ESTABLECIMIENTO DE PASTOS TROPICALES BAJO DOS ESPECIES FORESTALES EN TOMATLAN, JALISCO, MEXICO**
Mario A. Vega 1, Manuel Silva 2, Alfredo González 2, Alejandro Yáñez 2.....798
- 116. ESTABLECIMIENTO DE *Cenchrus ciliaris* L. Y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu INOCULADAS CON BIOFERTILIZANTES BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE HUMEDAD**
Jesús Martínez1, Yuri Villegas2, José R. Enríquez2, José Cruz Carrillo Rodríguez2, Marco A. Vásquez2.....803
- 117. TRATAMIENTOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MECÁNICOS PARA ELIMINAR LA LATENCIA EN SEMILLAS DE *Cenchrus ciliaris* L. Y *Brachiaria brizantha* cv. Insurgente**
Jesús Martínez1, Yuri Villegas1, José R. Enríquez1, José C. Carrillo1, Martha P. Jerez1.....809
- 118. EFECTO DEL CONSUMO DEL CLON CUBANO OM-22 (*Pennisetum purpureum*) EN VACAS LACTANTES**
María del C. Zavaleta1*, Edgar E. Sosa1, Xavier García1.....814
- 119. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL FORRAJERO EN VARIEDADES DE AVENA CULTIVADAS DURANTE EL INVIERNO EN DURANGO**
Octavio G. Núñez1*, Rigoberto Rosales1, Jesús López1, Rafael Jiménez1, Sergio Arellano1.....819

RUMIANTES MAYORES

- 120. EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE SINCRONIZACIÓN E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN GANADO BOVINO PRODUCTOR DE CARNE**
Sandra Alonso1., Francisco J. Gutiérrez1., Zimri Cortez1., Jesús C. Acuña2., Héctor Gutierrez1*.....824
- 121. INCIDENCIA DE ESTRÉS CALÓRICO Y SU IMPACTO EN LA TASA DE PREÑEZ DE UN ESTABLO EN JIMÉNEZ, CHIHUAHUA**
Javier Antillón*, Moisés Barceló, Alfredo Anchondo y Felipe A. Rodríguez.....828

- 122. EFECTOS DE LA ALIMENTACIÓN CON HENO DE SOYA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE VACAS EN LACTACIÓN**
Luis Eduardo Arias¹, Jorge Humberto Villarreal¹, Gregorio Núñez², Esteban Salvador Osuna³, Jorge Armando Bonilla⁴, Fernando Gonzalez³, Ma. Rosario Tovar⁵.....834
- 123. TIPOLOGIA DE LOS SISTEMAS DE LECHERIA FAMILIAR EN LOS ALTOS DE JALISCO, MEXICO**
Luis E. Arias¹, Ma. Rosario Tovar², Gregorio Núñez³, Jorge A. Bonilla⁴, Esteban S. Osuna⁵, Eliab Estrada¹, Jorge H. Villarreal¹.....839
- 124. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO POSTDESTETE DE TERNEROS HOLSTEIN**
Isael Arteaga¹, David Domínguez¹, Guillermo Villalobos¹, Luis A. Borunda¹, Juan A. Ortega¹, Mark Cook², Yang M.².....845
- 125. INCLUSIÓN DE FORRAJE DE SOYA EN SUSTITUCIÓN DE GRANOS PARA BECERROS EN CORRAL DE ENGORDA**
¹J. Miguel Ávila, ²Eduardo A. González y ²Oscar Argudín.....849
- 126. INFLUENCIA DE LA PRESENCIA DE NEMÁTODOS EN EL DESMPEÑO PRODUCTIVO DE BECERROS INFESTADOS NATURALMENTE DE ARRIBO RECIENTE AL CORRAL**
Rubén Barajas¹ *, Billy J. Cervantes², Alejandro Camacho¹, Marco A. Espino¹, Idalia.....853
- 127. COMPARACION DEL USO DE SEMEN SEXADO Y CONVENCIONAL EN VAQUILLAS HOLSTEIN DE REEMPLAZO: RESULTADOS PRELIMINARES**
José A. Callejas¹*, Andrea Filatoff¹, Narciso Ysac Ávila², Ulises Macías¹, Francisco Daniel Álvarez¹ y Leonel Avendaño¹.....858
- 128. ESTUDIO DE SEGUIMIENTO EN EL CONTROL DE GARRAPATA *Boophilus* Y ENFERMEDADES QUE TRANSMITE EN BOVINOS DE CARNE EN PASTOREO EN TAMAULIPAS**
Antonio Cantú¹.....862
- 129. EFECTO DEL ULTRASONIDO DE POTENCIA SOBRE EL CRECIMIENTO**
*Caraveo-Suárez R.O., Alarcón-Rojo A. D., Valenzuela-González C., Santellano, E.....868
- 130. PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE UN HATO DE GANADO PURO BAJO CONDICIONES SEMIÁRIDAS DEL ESTADO DE ZACATECAS**
Alejandro Castañeda¹, Héctor Gutiérrez¹*, Jesús O. Enríquez¹, Alberto Muro¹, Alonso A. Enríquez¹ y Francisco J. Gutiérrez¹.....873
- 131. EFECTO DE LA NIACINA, PROSTAGLANDINA D Y E EN LA MADURACIÓN *INVITRO* DE OVOCITOS DE BOVINO SOMETIDOS A ESTRÉS POR CALOR**
Laura E. Escobedo, Juan A. Grado, Javier Antillón, Octavio Martínez, Servando Rojas.....877
- 132. PROYECTO GOLDEN-PRO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE NITROGENO NO PROTEICO PARA LA ALIMENTACION EN RUMIANTES**

	Espinoza, Prieto J.R. 1, Dominguez, Diaz D.1, Aranda, Gutierrez, H.1, Quintana Martinez R.M.1,.....	882
133.	FACTORES DE RIESGO PARA UN REINICIO TARDÍO DE LA ACTIVIDAD OVULATORIA POST-PARTO EN VACAS DEL SISTEMA DE LECHERÍA FAMILIAR EN JALISCO Eliab Estrada ¹ , Fernando Villaseñor ¹ , Héctor R. Vera ² , Luís J. Montiel ² , Mario A. Espinosa ² ,Eugenio Villagómez-Amezcu ³ , José F. De La Torre ¹	888
134.	CARNE DFD: CUANTO DEJO DE GANAR Ivan A. Leyva ¹ , Eduardo Sánchez ² , Cristina Pérez ² , Alberto Barreras ² , José A. Olivas y Fernando Figueroa ^{2*}	894
135.	QUISTES FOLICULARES EN GANADO LECHERO: DIFERENCIAS EN EXPRESIÓN GENÉTICA Y NIVELES HORMONALES Juan A. Grado, Pedro Hernández, Rooney M. Villaseñor, Sergio Quintana y Laura E. Escobedo.....	899
136.	EFFECTO DEL ACONDICIONAMIENTO EN BECERROS DE REPASTO ANTES Y DESPUÉS DEL DESTETE EN LA REGIÓN DE ALDAMA, TAMAULIPAS DURANTE LA ÉPOCA SECA Rafael Guarneros ¹ , Erasmo Gutiérrez ² , Hugo Bernal ² , Ramiro Ávalos ³ , Epigmenio Castillo.....	904
137.	MODELO DE ACIDOSIS RUMINAL SEGÚN LA NUEVA TEORÍA ÁCIDO-BASE DE STEWART CU Häubi Segura ¹	909
138.	RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DE VACAS HOLSTEIN A UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EN CONDICIONES SUB-TROPICALES Juan A. Hernández ^{1,2} , Amos Palacios ¹ , Jorge Hernández ¹ , Francisco D. Álvarez ³ , Ulises Macías ³ ,Leonel Avendaño ³ , Todd R. Bilby. ²	915
139.	EFFECTO DE PESO VIVO Y GRUPO GENÉTICO SOBRE LA EDAD AL PRIMER PARTO Y PRODUCTIVIDAD DE VACAS PRIMERIZAS EN YUCATÁN,MÉXICO Jessica B. Herrera ¹ , Juan G. Magaña ¹ , Karlos E. Orozco ²	920
140.	RELACIÓN DEL POLIMORFISMO EN EL GEN TIROSINA HIDROXILASA (TH) CON EL CRECIMIENTO EN GANADO CHAROLAIS Diana L. Lourenco ¹ , Ana M. Sifuentes ¹ , G. Manuel Parra ¹ , Williams Arellano ¹	925
141.	EFFECTO DE TRATAMIENTOS HORMONALES EN LA FERTILIDAD DE GANADO BOVINO PRODUCTOR DE CARNE BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO *Pablo Luna ¹ , José C. Leyva ¹ , Fernando Rivera ¹ , María G. Méndez ¹ y José M. Aceves ¹	929
142.	SELECCIÓN DE SEMENTALES CHAROLÁIS CON BASE EN SUS DIFERENCIAS ESPERADAS EN LA PROGENIE PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL PESO AL NACER Y AL DESTETE Guillermo Martínez ¹ , Ángel Ríos ² , Moisés Montañó ³ , Jorge V. Rosete ² , Jesús Bustamante ¹ ,Mario Ramírez ² , Aurelio Borrayo ¹ , Antonio Palacios ¹ , Abraham Fragoso ² y Vicente E. Vega ²	934

- 143. EFECTO DEL NIVEL DE FORRAJE EN DIETAS DE VACAS HOLSTEIN EN PRODUCCIÓN**
Martín F. Montaña^{1*}, Juan L. Velarde¹, José F. Calderón¹, Jesús A. Valdéz¹, Juan O. Chirino¹, Constantino Raymundo¹, Juan D. Navarrete¹, Gamaliel A.¹, Ernesto R. Constantino¹, Adolfo Pérez² y Jaime Salinas³.....939
- 144. INFLUENCIA DEL NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN DE MELAZA DE CAÑA EN DIETAS PARA BOVINOS EN CRECIMIENTO-FINALIZACIÓN**
Martín F. Montaña^{1*}, Karla F. Preciado¹, José F. Calderón¹, Víctor M. González¹, Olga M. Manríquez¹, Jesús A. Valdéz¹, Juan O. Chirino¹ y Jaime Salinas².....943
- 145. EFECTO DE LA ADICIÓN DE ÓXIDO DE MAGNESIO (MgO) EN LA DIETA DE VACAS HOLSTEIN EN PRODUCCIÓN**
Martín F. Montaña^{1*}, Francisco R. Morghen¹, Orlando J. Castillo¹, Grace M. Carvajal¹, Víctor M. González¹, Olga M. Manríquez¹, Walkiria G. Caceres¹, Olivia F. Guevara¹, José Melendrez¹, Enrique G. Álvarez² y ³Sergio Soto.....948
- 146. CARGA ANIMAL Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE BOVINOS EN EL ALTIPLANO OESTE, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO**
Dora M. Camacho¹, Martín Reyes¹, Genaro Olmosa², Jorge Palacio² y Juan F. Martínez².....952
- 147. CAMBIOS EN LA CARGA MICROBIAL DE CARNE DE RES POR EFECTO DE ULTRASONIDO DE POTENCIA Y ALMACENAMIENTO**
Orozco-Marrufo D.*, Alarcón-Rojo A. D., Valenzuela-González C., Santellano E., Chong, J.E.....957
- 148. ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA RASGOS DE PRODUCCIÓN LECHERA EN GANADO MAMBÍ DE CUBA**
Alejandro Palacios¹, José L. Espinoza¹, Narciso Y. Avila², Ariel Guillen¹, Ricardo Ortega¹ y Danilo Guerra^{3†}.....962
- 149. RENDIMIENTO CÁRNICO DE TORETES FINALIZADOS EN CORRAL CON DIFERENTES PROPORCIONES DE ALIMENTO BALANCEADO Y ENSILADO DE MAÍZ**
Amós Palacios¹, Jorge Hernández¹, Carlos A. Ancheyta¹, María L. González¹, Juan A. Hernández¹.....966
- 150. APORTE FORRAJERO DE LOS DIFERENTES ESTRATOS DE VEGETACIÓN A LA DIETA DE BOVINOS PASTOREANDO EN EL MATORRAL ALTO ESPINOSO EN EL ESTADO DE SONORA**
Miguel A. Parra¹, Felipe Ramírez¹, Enrique Enríquez¹ y Martín F. Silva¹.....971
- 151. LA CADENA AGROALIMENTARIA DE CARNE ORGÁNICA - UNA OPCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE BOVINOS CARNE**
P. Fajersson.....975
- 152. PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN BOVINOS HOLSTEIN-FRIESIAN EN UNA REGION SEMIARIDA**
Mayela Patricia Gallegos¹, Fatima del Milagro Malacara¹, Carmen Elisa Pinzon¹, José Salome Saucedo Quintero², Jesús García¹, Cesar Francisco Galindo¹.....981

- 153. PRODUCCIÓN DE LECHE Y CONDUCTA ANIMAL EN VACAS HOLSTEIN SOMETIDAS A ENFRIAMIENTO DURANTE EL VERANO EN ZONAS ARIDAS DE MEXICO**
Eduardo Pulido¹, José Herrera², Karlos E. Orozco² y Alejandra M. Marín¹.....986
- 154. ADENOSIN TRIFOSFATO (ATP) COMO FACTOR CAPACITANTE DE ESPERMATOZOIDES DE BOVINOS CRIOLLOS**
Mayra Saavedra¹, Juan A. Quintero¹, Raymundo R. Rivas¹, Andrés Quezada¹, Manuel Arellano¹, Ulises Macías².....991
- 155. CONSUMO Y VALOR NUTRICIONAL DE LA DIETA SELECCIONADA POR NOVILLOS EN PASTOREO EN EL NORTE DE MÉXICO**
Osvaldo Reyes¹, Manuel Murillo², Esperanza Herrera², Francisco O. Carrete² y J. Natividad Gurrola³.....996
- 156. RESPUESTAS FISIOLÓGICAS Y PRODUCTIVA EN VACAS LECHERAS EXPUESTAS A ESTRÉS CALÓRICO DURANTE EL PERIODO POSPARTO**
Pedro Velázquez^{1*}, Enrique Prado¹, Leonel Avendaño², Abelardo Correa², José L. Espinoza³, María G. Méndez¹, Pablo Luna¹, Javier A. Munguía y Fernando Rivera^{1†}.....1000
- 157. DETERMINACIÓN DEL INTERVALO PARTO E INICIO DE LA CICLICIDAD POSPARTO EN VACAS LECHERAS EXPUESTAS A ESTRÉS CALÓRICO**
Fernando Rivera^{1*}, Enrique Prado¹, Leonel Avendaño², Abelardo Correa², José L. Espinoza³, María G. Méndez¹, Pablo Luna¹, Marco I. Acuña¹ Juan F. Hernandez¹.....1006
- 158. COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA DIETA DE BOVINOS EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO**
Daniel Rodríguez¹, Ramón Gutiérrez², Ricardo D. Valdéz³, Francisco G. Echavarría² Miguel Á. Salas¹, Jairo I. Aguilera¹, Eduardo de Jesús Ruiz.....1012
- 159. ESTIMACIÓN DEL CONSUMO VOLUNTARIO Y HABITOS DE COMPORTAMIENTO DEL GANADO BOVINO EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO**
Daniel Rodríguez¹, Ramón Gutiérrez², Ricardo D. Valdéz³, Francisco G. Echavarría² Miguel Á. Salas¹, Jairo I. Aguilera¹, Eduardo de Jesús Ruiz¹.....1016
- 160. EFECTO DEL USO DE ZEOLITA SOBRE EL CONTENIDO DE NITRÓGENO AMONICAL (NH₄) Y PRESENCIA DE MOSCAS EN EXCRETAS DE GANADO BOVINO DE CARNE EN MORELOS, ZAC, MEXICO**
Rubio AFA*¹ Echavarría CH. F.G.¹.....1020
- 161. EFECTO DEL USO DE ZEOLITA SOBRE EL CONTENIDO DE NITRÓGENO INORGÁNICO Y pH EN EXCRETAS DE GANADO BOVINO DE ENGORDA EN ATOLINGA, ZAC**
Rubio AFA*¹ Echavarría CH. F.G.¹ y V. A. Castañeda O.².....1025
- 162. CONTROL DE ENFERMEDADES ENTÉRICAS USANDO PROBIÓTICOS EN BECERRAS LACTANTES**

- Gustavo Tirado-Estrada¹, Ignacio Mejía¹, Juan C. Mora¹, Francisco Nieto¹, Rubén Larios².....1030
- 163. PARÁMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y DE CRECIMIENTO EN CRUZAMIENTOS DE GANADO DE CARNE**
L. D. Van Vleck¹, L. V. Cundiff¹, A. P. Márquez², J. F. Ponce² y A. Correa²
¹University of Nebraska,.....1034
- 164. INFLUENCIA DE LA PRESENCIA DE NERVADURA CAFÉ Y ALMIDON EN DISTINTAS VARIEDADES DE SORGO-SUDAN SOBRE LA DIGESTION DE ENSILADOS OFRECIDOS A BECERROS HOLSTEIN**
José A. Villarreal, Enrique G. Álvarez, Noemí G. Torrentera, Juan Rodríguez, Martín F. Montaña, Eudor Vázquez, Bill Henry, Abril Basilio.....1038
- 165. USO DE ENSILADO DE SOYA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE VACAS EN LACTACIÓN**
Jorge H. Villarreal¹, Luis E. Arias¹, Gregorio Núñez², Jorge A. Bonilla⁴, Esteban Salvador Osuna³, Fernando Gonzalez³ y Ma. Rosario Tovar⁵.....1043
- 166. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y CONCENTRACIÓN DE MINERALES EN EL FORRAJE DE MAÍZ UTILIZADO EN ESTABLOS LECHEROS DE LA REGION ALTOS DE JALISCO**
Jorge H. Villarreal¹, José de Jesús Olmos², Margarita E. Castellanos², Humberto Ramirez², Ofelia Iñiguez² y Luis E. Arias¹.....1048

PEQUEÑOS RUMIANTES

- 167. INFLUENCIA DEL MÉTODO DE SINCRONIZACIÓN EN LA RESPUESTA REPRODUCTIVA EN OVEJAS DE PELO**
J. Arroyo¹, Jannette De La Torre¹, Narciso Y. Ávila^{1*}, Marco A. Camacho¹, Alejandro Palacios², Ricardo Ortega² y José L. Espinoza².....1054
- 168. RESPUESTA EN COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVINOS PELIBUEYALIMENTADOS CON TANINOS EN LA DIETA**
Marco A. Ayala¹, Omar Hernández¹, David Hernández¹, Silvia López², Gilberto Aranda³ y Jesús Ramos⁴.....1061
- 169. USO DE GRANO DE FRIJOL DE DESECHO EN LA SUPLEMENTACIÓN DE BORREGAS DE PELO EN GESTACIÓN-LACTANCIA**
Francisco Castillo², Guillermo Villalobos¹, David Domínguez¹, Juan Á. Ortega¹, y Leonor Cortés¹.....1065
- 170. EFECTO DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL Y ACEITE DE SOYA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y RENDIMIENTO DE CORTES PRIMARIOS DE CORDEROS CONFINADOS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO EN EL VALLE DE MEXICALI**
José L. Dávila-Ramírez¹, Humberto González-Ríos², Ulises Macías-Cruz¹, Nohemí G. Torrentera- Oliveira¹, Francisco D. Álvarez-Valenzuela¹ y Leonel Avendaño-Reyes^{1*}.....1071

- 171. EFECTO DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL Y ACEITE DE SOYA SOBRE PARÁMETROS FISCOQUIMICOS DE CALIDAD DE LA CARNE DE CORDEROS CONFINADOS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO EN EL VALLE DE MEXICALI**
José L. Dávila-Ramírez¹, Humberto González-Ríos², Ulises Macías-Cruz¹, Libertad Zamorano-García², y Leonel Avendaño-Reyes^{1*}.....1077
- 172. EFECTO DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL Y ACEITE DE SOYA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS DE PELO CONFINADOS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO EN EL VALLE DE MEXICALI**
José L. Dávila-Ramírez¹, Humberto González-Ríos², Ulises Macías-Cruz¹, Noemí G. Torrentera-Oliveira¹, Francisco D. Álvarez-Valenzuela¹ y Leonel Avendaño-Reyes.....1083
- 173. EFICACIA DEL ORÉGANO PARA DISMINUIR LA CARGA PARASITARIA DE OVINOS INFESTADOS CON *Haemonchus contortus***
Javier A. Munguía¹, José C. Leyva¹, Oscar H. Velasco², Celina González², Marcela I. Morales³, Ramón Molina¹, Adriana Flores², Javier R. Reyna².....1089
- 174. DIFERENTES COMPUESTOS EVALUADOS PARA EL CONTROL DE FASCIOSIS INDUCIDA ARTIFICIALMENTE EN CAPRINOS CRIADOS BAJO CONDICIONES DE BAJA HUMEDAD**
Javier A. Munguía¹, Marlene C. Zavala¹, Miguel R. Molina¹, Marcela I. Morales², José C. Leyva¹, Lourdes A. Flores¹, Jesús R. Cedillo¹, Víctor M. Salgado³, Fernando Rivera¹.....1094
- 175. ALTERNATIVAS DE ALIMENTACIÓN EN OVINOS DE PELO EN TAMULIPAS**
Jaime Flores^{*1}, Rubén D. Garza¹, Noé Montes¹, Manuel de la Garza² y Ernesto García³.....1999
- 176. INFLUENCIA DE LA ÉPOCA DE NACIMIENTO SOBRE EL PESO AL NACER Y DESTETE EN OVINOS DE PELO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS**
Ernesto García^{1*}, Rubén D. Garza^{*2}; Jaime Flores² y Martín A. Ibarra³.....1104
- 177. DIFERENTES TIEMPOS Y VIAS DE ADMINISTRACIÓN DE TOCOFEROL EN BORREGOS DORPER Y CHAROLAIS SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y COLOR DE LA CARNE**
Iván A. García-Galicia, Yazmín V. Rivera-Maldonado, Jesús A. García-Zavala, Ramiro Alderete-Muñoz, Alma D. Alarcón-Rojo.....1109
- 178. EFECTO DEL CAROTENO SOBRE LA MOTILIDAD DE SEMEN OVINO FRESCO DILUIDO Y REFRIGERADO A 5°C.**
Jesús García ¹, Mayela P. Gallegos¹, Pedro Rodríguez¹, Carmen E. Pinzón¹, José A. Toca¹.....1115
- 179. INFLUENCIA DEL GRUPO GENETICO SOBRE LA GANANCIA DE PESO EN OVINOS DE PELO EN EL TROPICO SECO TAMAULIPECO**
Rubén D. Garza^{*1}; Jaime Flores¹, Pedro Hernández² y Pedro Zárate³.....1120
- 180. EVALUACION PRODUCTIVA DE GENOTIPOS OVINOS EN EL NORTE DE TAMAULIPAS**
Rubén D. Garza^{*1}; Jaime Flores¹, Pedro Hernández², Pedro Zárate³ y Martín A. Ibarra³.....1125

- 181. ACTIVACIÓN DE MECANISMOS TERMORREGULATORIOS FISIOLÓGICOS EN OVEJAS DE PELO POR EFECTO DE LA CARGA DE CALOR ADQUIRIDA DURANTE VERANO**
Miguel Ángel Gastélum^{1,2}#, Francisco D. Álvarez¹, Leonel Avendaño¹, Abelardo Correa¹, Juan E. Guerra², Ulises Macías¹.....1130
- 182. NIVELES DE METABOLITOS SERICOS DE CORDEROS DE OVEJAS DE SEGUNDO PARTO EN LACTANCIA NATURAL Y ARTIFICIAL**
Aquiles Guzmán, Rómulo Bañuelos, Alberto Muro, Héctor Gutiérrez, Ma. De Lourdes Alonso, Carlos Meza, J. Gabriel Ortiz y Luis H. Díaz*.....1136
- 183. RESPUESTA PRODUCTIVA DE CORDEROS A LA INCLUSIÓN DE CONTENIDO RUMINAL EN LA DIETA**
Jorge Hernández¹*, Gerardo P. Rodríguez¹, Alberto N. Luna¹, Amós Palacios¹, Juan A. Hernández¹.....1142
- 184. “CARACTERIZACIÓN DE NIVELES DE VITAMINA E Y COLESTEROL TOTAL EN CARNE DE BORREGO PRODUCIDA EN EL SUR DE SONORA UTILIZANDO CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA RESOLUCIÓN (HPLC)”**
María Isabel Cruz¹, Jaime López-Cervantes², Ramón Molina-Barrios¹, Fernando Rivera¹, Javier Munguía-Xóchihua¹ y Juan Francisco Hernández Chávez¹.....1146
- 185. DISTRIBUCIÓN DE CELOS EN OVEJAS DE PELO APAREADAS DE NOVIEMBRE A DICIEMBRE CON EMPADRE DIRIGIDO EN EL NORTE DE MÉXICO**
Esaúl Jaramillo¹, Ezequiel Rubio¹, Mateo Itza¹, Rogelio Plasencia² y Aníbal Martínez².....1152
- 186. INCREMENTAR LA FRECUENCIA DE BAÑOS MITIGA EL ESTRÉS CALÓRICO EN EL GANADO HOLSTEIN EN UN CLIMA SEMIHUMEDO**
José C. Leyva¹, Ricardo Zamorano¹, Diana I. Castelo¹, Fernando Rivera¹, María G. Méndez¹, Abelardo Correa², Leonel Avendaño² y Pablo Luna¹†.....1157
- 187. EFECTO DE LA RESTRICCIÓN NUTRICIONAL DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN SOBRE EL VOLUMEN DE LA UBRE, LA PRODUCCIÓN DE CALOSTRO Y LA MORTALIDAD DE CORDEROS AL PARTO EN OVEJAS DE PELO ESTRESADAS POR CALOR**
Ulises Macías¹*, Leonel Avendaño¹, Francisco D. Álvarez¹, Abelardo Correa¹, J. Luis Ponce¹, César Meza², Juan A. Hernández³, J.A. Quintero⁴.....1162
- 188. RESTRICCIÓN NUTRICIONAL EN OVEJAS DE PELO GESTANTES ESTRESADAS POR CALOR: EFECTOS SOBRE CONCENTRACIÓN DE METABOLITOS AL PARTO Y PESO AL NACIMIENTO DE LA CRÍA**
Ulises Macías¹*, Leonel Avendaño¹, Francisco D. Álvarez¹, Abelardo Correa¹, José L. Ponce¹, Raúl Díaz², César Meza³, Juan A. Hernández⁴.....1168
- 189. FUENTES DE NITROGENADAS EN LA DEGRADACIÓN RUMINAL DE BUFFEL (*Cenchrus ciliaris*) EN BORREGOS**
E Crespo-Reyes¹, J C Kú-Vera², A Saldívar-Fitzmaurice³, S P Castillo-Rodríguez y J C Martínez-González³.....1174

- 190. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN IDEAL DE LAS EXCRETAS FERMENTADAS DE POLLO DE ENGORDA EN OVINOS**
Ignacio Mejía,¹ Gustavo Tirado¹, Ana Julia Azuar¹, José Mejía², Francisco Nieto¹, José A. Aguilar¹, Mauro E. Mora¹, y Aracely Pérez¹.....1179
- 191. ESTADO EPIDEMIOLÓGICO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES EMERGENTES Y REEMERGENTES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN OVINA EN LOS ESTADOS DE QUERÉTARO Y CHIHUAHUA**
Pedro Mejía¹, Efrén Díaz¹, Francisco Aguilar¹, Lucía Favila¹, Gabriela Palomares¹, Vicente Castañeda², Marco Santillán¹, Héctor Jiménez², Mario Esqueda³ Dionicio Córdova¹, Alejandra Cortés⁴.....1184
- 192. ACTIVIDAD OVÁRICA EN CABRAS TRATADAS CON UN INHIBIDOR DE COX-2**
Leonor Miranda¹, Rafaela Pérez² y Sara Vázquez¹.....1189
- 193. USO DE ZERANOL EN DOSIS REPETIDAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CORDEROS EN ENGORDA**
Perla A. Montoya¹, Guillermo Villalobos², Leonardo Carlos², David Domínguez² y Juan A. Gutiérrez².....1194
- 194. PREVALENCIA DE *EIMERIA* spp. EN OVINOS DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL ANIMAL, MANEJO Y DE UBICACIÓN DE LA GRANJA**
Marcela I. Morales¹, Javier A. Munguía², José C. Leyva², Javier R. Reyna², Juan F. Hernández².....1199
- 195. VALOR NUTRITIVO Y CONSUMO DE LA SUPLEMENTACION DE *Leucaena leucocephala* MAS UNA FUENTE ENERGÉTICA EN LA DIETA DE OVINOS EN PASTOREO**
Isis A. de la Riva Rodríguez^a, Juan F. Torres^a, Carlos Sandoval^b, Javier Solorio^a, Rómulo Bañuelos^a, Luis H. Díaz^a y Alberto Muro^a.....1204
- 196. CALIDAD TECNOLÓGICA DE LA ARRACHERA ELABORADA CON CARNE DE OVINOS IMPLANTADOS CON ZERANOL**
Juan O. Ronquillo¹, José A. García², Oscar Serna¹. Olga García².....1210
- 197. EFECTO DEL NIVEL DE EXCRETA DE CERDO Y MAZORCA DE MAÍZ EN RACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO EN ENGORDA DE OVINOS**
Pedro A. Medina¹, Jaime Salinas¹, Ramón F. García², Jorge Lored¹, Martín F. Montañó³.....1215
- 198. SUSTITUCION DE FUENTES DE PROTEINA POR UNA LEGUMINOSA TROPICAL EN DIETAS PARA BORREGOS EN CRECIMIENTO**
Manuel Silva¹, Mario A. Vega², Cándido E. Guerra³, Alfredo González¹ y Gabriel Sánchez³.....1221
- 199. ESTRATEGIAS DE SUPLEMENTACIÓN DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL EN OVINOS DE PELO DURANTE LA FASE DE FINALIZACIÓN EN LA ENGORDA**
Sacramento Soto¹, Ulises Macías¹, Daniel Álvarez¹, Noemí Torrentera¹, Abelardo Correa¹, Sergio Soto² y Leonel Avendaño¹.....1226

- 200. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS PELIBUEY ALIMENTADOS CON DIETAS CON TANINOS DE DIFERENTES ARBOLES FORRAJEROS**
Mauricio Velázquez^{1*}, Omar Hernández¹, Silvia López², Sergio Pérez¹, Elvia López³, Isabel Guerrero⁴.....1231
- 201. EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN SOBRE LA CAPACIDAD TERMORREGULATORIA DE OVEJAS DE PELO ESTRESADAS POR CALOR**
Ricardo Vicente¹, Francisco Reyes¹, Leonel Avendaño¹, Francisco D. Álvarez¹, Cesar A. Meza², Abelardo Correa¹, Ulises Macías^{1*}.....1237
- 202. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS *IN VIVO* E *IN SITU* DE CORDEROS EN CRECIMIENTO ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE HENO DE CEBADA TRATADAS CON ENZIMAS FIBROLÍTICAS EXÓGENAS**
Jenifer D. Andrade¹, Gustavo Tirado¹, Ignacio Mejía¹, Carlos U. Häubi Segura² y Rubén Larios González³.....1242
- 203. COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE BORREGAS F1DORPER Y KATAHDIN EN AGOSTADERO EN ZONAS ARIDAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA**
Lagos H. G., A. Jurado A. G., Rodríguez-Almeida., Villalobos G., G. Quintana.....1246

OTRAS ESPECIES

- 204. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TRES GENOTIPOS DE CONEJOS FINALIZADOS CON TRES MARCAS COMERCIALES DE ALIMENTO.**
Jesica L. Aquino¹; Jorge Hernández¹.....1252
- 205. EFECTOS DE INDICADORES DE CONSANGUINIDAD EN LA ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES DE MORFOLOGÍA DEL CABALLO PURA SANGRE LUSITANO EN MÉXICO**
Joel Domínguez-Viveros¹, Felipe A. Rodríguez-Almeida¹, Juan Á. Ortega-Gutiérrez¹ y Everardo González-Rodríguez¹.....1257
- 206. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y DE LA CAMADA EN CONEJAS NUEVA ZELANDA BLANCO SUPLEMENTADAS CON ACEITE DE PESCADO**
Erick J. Calderón¹, Francisco de la Peña¹, José L. Espinoza^{1*}, Alejandro Palacios¹, Ricardo Ortega¹, Ariel Guillén¹ y Fernando Rivera².....1262
- 207. EL MINK “MUSTELA VISON AMERICANO” UNA NUEVA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCION ANIMAL EN EL NORTE DE MEXICO**
J.R. Espinoza Prieto¹, L Moyle Bomouse², H Aranda Gutiérrez¹, R.M. Quintana Martínez¹.....1267
- 208. DISTRIBUCIÓN ACTUAL E HISTÓRICA DE COLONIAS DE PERRITO LLANERO (*Cynomys mexicanus*) EN EL RANCHO “LOS**

- ANGELES” Y SU RELACIÓN CON LA HIDROLOGÍA DE LOS PASTIZALES**
 Iliana I. Hernández¹, Luis Pérez¹, Silvia X. González² y Eloy A. Lozano¹.....1273
- 209. DISTRIBUCION Y ESTADO DE LAS POBLACIONES DE BERRENDO MEXICANO EN CHIHUAHUA**
 Alberto Lafón¹ y Enrique Carreón¹.....1278
- 210. DIAGNOSTICO DEL MANEJO NUTRICIONAL DEL GUAJOLOTE DE TRASPATIO EN EL ESTADO DE TLAXCALA: AVANCES**
 Guillermina Martínez¹, Ramón Gutiérrez², Laura Hernández³, Francisco E. Cab⁴, Alma V. Ayala¹, José D. Osuna⁵, Miguel P. Conde³.....1282
- 211. INFLUENCIA DEL SEXO EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE PAVOS (*Meleagris gallopavo*) COMERCIALES**
 Gerardo Méndez¹, J. Arturo García² y E. Alva³.....1288
- 212. DESEMPEÑO PRODUCTIVO E INCIDENCIA DE DIARREAS EN LECHONES DESTETADOS**
 Dalila Pérez, Nely Ibarra, Edgar Yocupicio, Gilberto Castillo, Néstor Arce, Adriana Morales, Miguel Cervantes y Benedicto Araiza.....1295

OTRAS

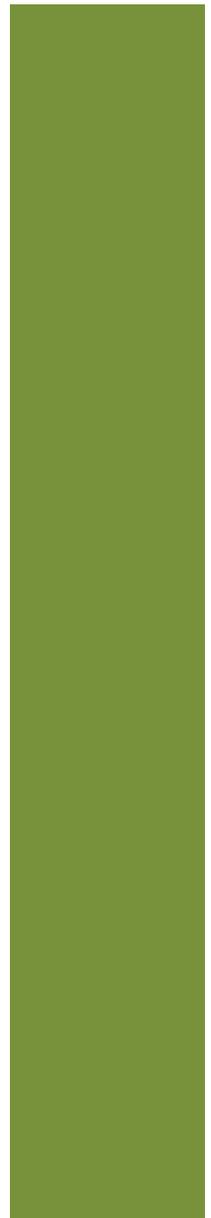
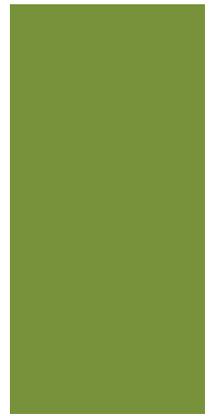
- 213. AVANCES DE LA ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN EN LAS UPP DE LA SCC LA FRESNILLENSE**
 Ramón Gutiérrez Luna¹, Guillermina Martínez Trejo², J. Carlos Acuña Flores³.....1301
- 214. FACTOR ADITIVO AL ÍNDICE DE SEQUÍA DE PALMER (PDI) Y AL ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN (SPI) Y SU RELACIÓN CON LA SEVERIDAD DE LA SEQUÍA**
 Rafael A. Giner, Alfredo Rangel, Luis F. Negrete y Luis C. Fierro*.....1306

RESUMENES

- 215. IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE BIOSEGURIDAD EN DOS HATOS DEL SISTEMA VACA-BECERRO EN NUEVO LEÓN HERDS OF NUEVO LEON**
 Genoveva Alvarez *¹, Eduardo Valdez ², Rubén Cervantes³, Ramiro Avalos² Alberto Morales⁴ y Rubén D. Garza¹.....1312
- 216. Diversidad de Roedores en el Pastizal Mediano Abierto, en el estado de Zacatecas**
 Cervantes G.G., Gutiérrez L.R.....1313
- 217. METODOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS SANITARIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HACCP EN UN ESTABLECIMIENTO PARA EL SACRIFICIO DE BOVINOS**
 *Chávez, J. J. J¹, Baldwin, S.C.E¹, Meza.L.E¹, García, M.J.A², Núñez, G.F.A²1314
- 218. PESOS AL NACIMIENTO Y AL DESTETE EN CORDEROS PELIBUEY CRUZADOS CON DORPER**

- Jaime Flores*¹, Rubén D. Garza¹, Pedro Hernández² y Pedro Zarate³.....1315
- 219. EFECTO DE LA SUPLEMENTACION VITAMINICA SOBRE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN CORDEROS**
- Rubén D. Garza*¹, Jaime Flores¹, Pedro Hernández² y Erasmo Gutierrez³.....1316
- 220. USO DE TEGNOLOGÍAS Y REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES POR PARTE DE PRODUCTORES DEL SISTEMA PRODUCTO OVINO EN EL ESTADO DE ZACATECAS**
- Ortiz Hurtado José Ubaldo¹, Gutiérrez Luna Ramón².....1317
- 221. ESPECIES RECOMENDABLES PARA REVEGETAR LAS TIERRAS DE PASTOREO EN MÉXICO**
- Lilián A. Loera*, Rafael A. Giner, Luis C. Fierro, y Luis F. Negrete.....1318
- 222. VALIDACION TECNICO ECONOMICA Y CALIDAD NUTRITIVA DE TRES VARIEDADES DE BUFFEL, FORMIDABLE, LAREDO Y PECOS EN EL SUR DE SINALOA, MÉXICO**
- Juan Esteban Reyes, Alfredo Loaiza, Daniel González, Luis Alberto Hernández.....1319
- 223. PROPUESTA DE COMPENSACIÓN POR MEJORES PRÁCTICAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL CARBONO EN AGOSTADEROS COMUNALES DE NUEVO LEÓN, MÉXICO**
- Villarreal Lozoya, Cayetano J.1 y Manzano Camarillo Mario G.2.....1320

RQP GPEKCU' MAGISTRALES



CONTENIDO

PONENCIAS MAGISTRALES

- 1. ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA FUNCIÓN REPRODUCTIVA DE LA VACA LECHERA EXPUESTA A ESTRÉS CALÓRICO: EL USO POTENCIAL DE LOS ANTIOXIDANTES**
Aréchiga CF1, Lozano DR1, Silva RJM1, Escobar FJ1, Rincón DRM1, López CMA1, Aguilera JI1, H. Rodríguez1, Cortés Z1, Medina CA1, Saucedo QS2, Avendaño L2, Correa A2, Espinoza-Villavicencio JL3.....8
- 2. UTILIZING REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES AND ENVIRONMENTAL MODIFICATIONS TO IMPROVE FERTILITY DURING SUMMER IN DAIRY CATTLE**
Todd R. Bilby, Ph.D.....22
- 3. NUTRITIONAL, MANAGERIAL AND HORMONAL STRATEGIES TO MITIGATE THE NEGATIVE EFFECTS OF HEAT STRESS ON REPRODUCTION**
Todd R. Bilby.....36
- 4. GANADERÍA, SEQUÍA Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN PASTIZALES**
Carlos Aguirre-Calderón1, Alberto Lafón Terrazas2, Jürgen Hoth5, Carlos Villalobos González3, Enrique Sánchez Granillo4, Carmelo Pinedo Álvarez2, Ramón Gutiérrez Luna5.....59
- 5. Ganadería Sustentable: Sequia, Desertificación y Manejo de Recursos Naturales**
Carlos Villalobos1, Leobardo Richarte2 y Ronald E. Sosebee3.....69
- 6. REPRODUCTIVE MANAGEMENT OF HIGH PRODUCING DAIRY COWS: NEW STRATEGIES AND ECONOMICS**
Ricardo C Chebel, DVM, MPVM.....76
- 7. MANAGEMENT OF TRANSITION COWS: PRODUCTIVE PERFORMANCE DEPENDS ON IT**
Ricardo C. Chebel, DVM, MPVM.....87
- 8. ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LA SEQUÍA EN RANCHOS GANADEROS EL NORTE DE MÉXICO**
Eduardo A. González V1., C. Wayne Hanselka2 y J. Miguel Ávila Curiel3.....110
- 9. EFECTO DE LOS ÁCIDOS GRASOS DE LA DIETA EN LA REPRODUCCIÓN DE RUMIANTES**
Espinoza, J.L.V.1*, Ortega, R.P.1, Palacios, A.E.1, Guillén, A.T1, Sepúlveda, C.P.O.1 y Ávila, N.S.2.....117
- 10. GESTION DE RIESGOS Y POLITICAS PUBLICAS EN GANADERIA ASOCIADAS A IMPACTOS POR SEQUIA**
Fernando Paz1 y Jesús Escamilla2.....131
- 11. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA EN EL SEMIÁRIDO MEXICANO**
Francisco G. Echavarría-Cháirez1, Guillermo Medina García1.....142

12. LA FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO COMO ALTERNATIVA PARA EL ENRIQUECIMIENTO NUTRICIONAL DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES	
Francisco Javier Gutiérrez Piña ¹ , Héctor Gutiérrez Bañuelos ¹ , Alberto Muro Reyes ¹ , Luis Humberto Díaz García ¹ , Carlos Aurelio Medina Flores ¹ y Rómulo Bañuelos Valenzuela ¹	148
13. EL USO DE β-AGONISTAS EN RUMIANTES MENORES	
Marco Antonio López Carlos.....	155
14. LA TRASLOCACION ROBERTSONIANA BOVINA Y SU REPERCUCIÓN ENLA REPRODUCCIÓN EN EL ESTADO DE ZACATECAS	
Braulio Lozano Carbajal, Rómulo Bañuelos Valenzuela, Federico de la Colina Flores y Carlos Meza López.....	160
15. MANEJO DEL AGOSTADERO CON CAPRINOS	
Miguel Mellado Bosque.....	165
16. RETOS Y PERSPECTIVAS DE LA OVINOCULTURA EN EL ESTADO DE ZACATECAS	
José M. Carrera Ch. ¹	181
17. ADAPTABILIDAD DE LA GENÉTICA OVINA A RECURSOS LIMITADOS POR CONDICIONES DE SEQUÍA	
Felipe Alonso Rodríguez Almeida.....	191
18. UTILIZACIÓN DE FORRAJES EN ELMANEJO NUTRICIONAL DEL OVINO	
RICARDO D. AMÉNDOLA ¹	198
19. LA CADENA AGROALIMENTARIA DE CARNE ORGÁNICA - UNA OPCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE BOVINOS CARNE	
P. Fajersson.....	211
20. EL ROL DE LOS PASTOS EN PERÍODOS RECURRENTES DE SEQUÍA: RETOS Y OPORTUNIDADES EN EL MANEJO DE PASTIZALES	
Carlos Ortega-Ochoa, Ph.D.....	217
21. ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES MENORES EN ZONAS ÁRIDAS	
Roque Gonzalo Ramírez Lozano.....	225
22. EI USO DE GRANOS DE DESTILERIA EN LA ALIMENTACION DEL GANADO	
Sergio A. Soto Navarro ¹ y María Fernanda Martínez Pérez.....	246
23. HORMONAL TREATMENTS TO IMPROVE FERTILITY IN HIGH LACTATING COWS DURING THE SUMMER AND AUTUMN- BASIC AND APPLIED STUDIES	
Zvi Roth*.....	252

GRAMINEAS INTRODUCIDAS

24. PASTO AFRICANO <i>Eragrostis lehmanniana</i> Nees.	
Alicia Melgosa Castillo.....	262
25. Estrella de África (<i>Cynodon plectostachyus</i> Vanderyst)	
Javier Fco. Enríquez Quiroz, Enrique Cab Jiménez.....	269
26. Privilegio o Guinea [<i>Megathyrus maximus</i> (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs] antes: <i>Panicum maximum</i> Jacq.....	275

27. Llanero (<i>Andropogon gayanus</i> Kunth)	282
28. Pasto Buffel <i>Cenchrus ciliaris</i> L. Link. (<i>Pennisetum ciliare</i> Lam.) Ph. D. Fernando A. Ibarra Flores ¹ ; Ph. D. Martha H. Martin Rivera ¹ y Ph. D. Adrián R. Quero Carrillo ²	288
29. <i>Bothriochloa pertusa</i> (L.) A. Camus. Pasto Carretero Rubén Darío Garza Cedillo.....	312
30. Pasto Rosado <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka. Ernesto Flores Ancira ¹	330
31. Pasto Llorón (<i>Eragrostis curvula</i> (Schrader) Nees) Carlos R. Morales Nieto.....	340
32. Fijación de Nitrógeno en Gramíneas de Pastizal Plascencia J. R ¹ ., R. Quintero E. ¹ , A. R. Quero C. ¹	345
33. GRAMÍNEAS FORRAJERAS NATIVAS DE MÉXICO: RECOLECTA Y APROVECHAMIENTO SISTEMÁTICO Quero, C. Adrián. R ¹ ., Leonor, Miranda J. ¹	360

PASTIZALES Y FORRAJES

34. ARBUSTIVA MORERA (<i>Morus alba</i>), NIVELES EN DIETAS CON PASTO TAIWÁN (<i>Pennisetum purpureum</i>) SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE OVINOS DE PELO Jorge Aguirre ¹ * David Pacheco ¹ , Pedro Lara ² , Alejandro Gómez ¹ , Lenin Loya ¹ , Sergio Martínez ¹ , Ricardo Ulloa ¹ , Agapito Gómez ¹ , y José C. Ramírez ¹	382
35. DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN COMUNIDADES GANADERAS DE BAJA CALIFORNIA SUR Raúl Avalos ¹ , José D. Osuna ¹ , Melesio Sánchez ¹ y Mario A. Avalos.....	388
36. ECOFISIOLOGIA DE LA GERMINACION DEL ZACATE ROSADO (<i>Melinis repens</i>) Martha I. Balandrán ¹ , Alicia Melgoza ¹ , Juan Á. Ortega ¹ , D. Ojeda ² y C. Pinedo ¹	395
37. ACUMULACIÓN TOTAL DE LIGNINA ENTRE ECOTIPOS DE <i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr, EN TEJIDO VASCULAR FOLIAR Álvaro Bernal ¹ , Adrián R. Quero ¹ , Zeng Yu ² , Hilda A. Zavaleta ¹ , María E. Ortega ¹ , Paulino Pérez ¹	400
38. CRECIMIENTO DE BECERROS EN PRADERAS IRRIGADAS EN LA SIERRA DE SONORA Félix R. Burboa ¹ , Miguel A. Zapata ¹ , Rubén Cabanillas ¹ , Gustavo D. Ibarra ¹ y César Ortega ¹	405
39. COMPARACION DE VARIETADES DE SORGO FORRAJERO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN QUIRIEGO, SONORA, MEXICO. Rubén Cabanillas, Gustavo D. Ibarra, Cesar Ortega, Félix R. Burboa y Arturo Morales.....	409
40. FACTORES ANTINUTRICIONALES Y DEGRADABILIDAD DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES Francisco E. Cab ¹ , Adrian R. Quero ² , Javier F. Enríquez ¹ , María E. Ortega ² , Guillermina Martínez ³ y Alma X. Ibarra ¹	414
41. CONCENTRACIÓN DE GLOMALINA Y CARBONO EN SUELOS DE PASTIZALES CON DIFERENTE CONDICIÓN EN CHIHUAHUA	

	Regina Carrillo ¹ , Pedro Jurado ¹ , Celia Holguín ²	420
42.	RESTAURACIÓN DE ÁREAS ABANDONADAS AL CULTIVO CON ZACATE KLEIN EN LA REGIÓN SURESTE DE COAHUILA David Castillo ¹ y Mariano Narcia.....	425
43.	LA RESIEMBRA DE PASTIZALES: UNA PRACTICA PARA REDUCIR LA DENSIDAD DE ALFOMBRILLA (<i>Drymaria arenarioides</i>). ¹ Antonio H. Chávez Silva. ¹ Carmelo Pinedo, ² Francisco González G. y ² Oscar Serna Beltrán.....	430
44.	ESPECIES VEGETALES ASOCIADAS CON ALFOMBRILLA (<i>Drymaria arenarioides</i>) EN ÁREAS DE PASTIZAL EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA ¹ Antonio H. Chávez. ¹ Carmelo Pinedo, ² Francisco González G. y ² Oscar Serna Beltrán.....	435
45.	CAMBIOS EN LA DENSIDAD DE PLANTAS DE ALFOMBRILLA (<i>Drymariaarenarioides</i>) CON LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD EN ÉPOCA DE SEQUÍA. ¹ Antonio H. Chávez Silva. ¹ Carmelo Pinedo, ² Francisco González G. y ² Oscar Serna Beltrán.....	440
46.	PRODUCCION Y CALIDAD DEL FORRAJE EN VARIEDADES DE AVENAEN EL ALTIPLANO DE TAMAULIPAS Manuel de la Garza* ¹ , Rubén D. Garza ¹ y Jaime Flores ¹	445
47.	RESPUESTA DE DOS ZACATES DE UN PASTIZAL SEMIÁRIDO A DIFERENTES INTENSIDADES Y ÉPOCAS DE UTILIZACIÓN Luis Lauro de León ¹ , Miguel Mellado ² , Luis Pérez ¹ , Luis Rodríguez ³ , Juan Ricardo Reynaga ¹ y Rafael Trejo ¹	450
48.	PRESENCIA DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN LA RIZÓSFERA DE <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka EN AGUASCALIENTES, MÉXICO Abraham Díaz ¹ , Ernesto Flores ¹ , José de J. Luna ¹ , Alfonso de Luna ¹ , Víctor Olalde y Juan T. Frías ³	455
49.	PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE CINCO ESPECIES DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS TROPICALES CON Y SIN FERTILIZACIÓN EN LA REGIÓN CENTRAL DE VERACRUZ Javier F. Enríquez ¹ *, Francisco I. Juárez ² , Maribel Montero ¹ , Isaías Lopez ¹ , Gregorio Nuñez ³ , Francisco E. Cab ¹ y Daniel Martínez ¹	460
50.	OBTENCIÓN DE ACEITE CON GIRASOL (<i>Helianitus annus</i>) PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA. Ezra Sául Esparza ¹ , Antonio H. Chávez Silva ¹ , Oscar Serna ² , Oscar A. Viramontes ¹ y Guadalupe N. Aguilar ¹	465
51.	EFFECTO DEL NITROETANO SÓBRE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> DE LA MATERIA SECA, FRACCIONES DE FIBRA Y PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES DE DIFERENTES SUSTRATOS Alejandro Espinoza ¹ , Héctor Gutiérrez ¹ *, Alberto Muro ¹ , Robin Anderson ² , Agustín Corral ⁴ , Ramón Gutiérrez ^{1,2}	470
52.	PROPUESTA DE MANEJO DE UN AREA DE CONSERVACION Y MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES RANCHO TESEACHI UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA	

ESPINOZA PRIETO J.R. 1, QUINTANA MARTINEZ R.M.1, SOTO CRUZ, R. 1, ALMELA SINECIO O. 1 PINEDO ALVAREZ C. 1, QUINTANA MARTINEZ G. 1.....	475
53. CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA, DEGRADABILIDAD IN VITRO Y PERFIL NUTRICIONAL DE <i>Larrea tridentata</i> Y <i>Astragalus spp.</i> Carlos V. Favela.,1Alberto Muro.,1Romulo Bañuelos.,1Carlos A. Medina.,1Francisco J.Gutierrez.,1 y Héctor Gutierrez.1*	480
54. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE <i>Tillandsia recurvata</i> (PAXTLE) Héctor Gámez1, Jorge Urrutia1, Sergio Beltrán2, Catarina Loredo2, Francisco Echavarría3,María Teresa Rivera1, José F. Cervantes Becerra1.....	484
55. ESTABLECIMIENTO Y PRODUCCION DE REMOLACHA FORRAJERA (<i>Betavulgaris</i>, L.) VARIEDAD BOLA ROJA EN SUELOS SALINOS DEL CBTa. No. 105 J. Encarnación García Portuguese1.....	491
56. ¿VARIACIÓN EN LLUVIAS AFECTA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS FORRAJERAS DEL MATORRAL TAMAULIPECO EN EL NORESTE DE MÉXICO? Jaime F García1, Julio C. Ríos2.....	495
57. DIVERSIDAD MORFOLÓGICA Y VALOR NUTRITIVO DE SIETE NUEVOS GENOTIPOS DE PASTO BUFFEL (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) Y UN CULTIVAR,TOLERANTES AL FRÍO Santiago Garduño Velázquez1, Salvador Fernández Rivera2, Raúl Rodríguez3, Adrian Quero1,Alfonso Hernández1.....	502
58. CARACTERIZACIÓN CITOLÓGICA DE RECURSOS GENÉTICOS DE PASTO GIGANTE [<i>Leptochloa dubia</i> (H.B.K) Nees] Santiago Garduño1, David Bonnet, Adrián R. Quero1, Alfonso Hernández1, Javier F. Enríquez2 y David Hernández1.....	507
59. PRODUCCION Y CALIDAD DE FORRAJE DE SIETE VARIEDADES DE AVENA EN DIFERENTES ETAPAS DE CORTE EN EL SUR DE JALISCO Alfredo González1, Luis E Arias2, Alejandro Yáñez1, Luis A. González3, Manuel Silva1,Mario A Vega2 y Rubén Larios4.....	512
60. EVALUACION DEL CULTIVO DE KENAF (<i>Hibiscus cannabinus</i>) EN LA ZONA DE RIEGO DE CULIACÁN. Daniel González1, Juan E. Reyes1, Alfredo Loaiza1, Jesús Pérez1.....	517
61. CALIDAD DEL ENSILADO DE KENAF (<i>Hibiscus cannabinus</i>) EN LA ZONA DE TEMPORAL DE CULIACÁN SINALOA Daniel González1, Juan E. Reyes1, Alfredo Loaiza1, Jesús Pérez1.....	522
62. USO DEL RODILLO TRITURADOR PARA EL CONTROL DE MEZQUITE Y HUIZACHE EN EL SUR DE TAMAULIPAS Eduardo A. González1, J. Miguel Ávila2.....	526
63. SORGOS DULCES PARA PRODUCCIÓN DE ETANOL Y FORRAJE EN CHIHUAHUA Luis G. Gonzales 1, Antonio H. Chávez1, Oscar Serna 2 Oscar A. Viramontes1 y Guadalupe N.Aguilar1.....	530
64. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y DE CALIDAD DE FORRAJE DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS NATURALIZADAS Y NATIVAS EN LA ZONA TEMPLADA DE PUEBLA, MÉXICO	

	Juan de Dios Guerrero ^{1*} , Rocío M. Flores ² , Numa P. Castro ² , Ángel Bustamante ¹ , Ramiro Escobar ² , Francisco Calderón ¹ y Samuel Vargas ¹	536
65. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE ATRIPLEX BARCLAYANA MEDIANTE ECUACIONES DE PREDICCIÓN	Ariel Guillén Trujillo ^{*1} , Mónica Leyva Reyes ¹ , Alejandro Palacios Espinosa ¹ y José Luis Espinoza Villavicencio ¹	542
66. SIEMBRA Y ESTABLECIMIENTO DE CUATRO GRAMINEAS CON DIFERENTES MÉTODOS Y UNIDADES DE DISPERSIÓN	Filogonio J. Hernández ¹ , Paulino Pérez ¹ , Gabino García ¹ , María E. Ortega ¹ , Efrén Ramírez ¹ , María E. Carranco ² , Adrián Quero ¹ y Raúl Plascencia ¹	548
67. TAMAÑO DE CARIÓPSIDE Y DESARROLLO DE GRAMÍNEAS PARA TEMPORAL	Hernández GFJ ¹ , García de los S. G. ¹ , Ma. E. Ortega C. ¹ , Pérez RP ¹ y Quero CAR ¹	553
68. CALIDAD FORRAJERA E INDUSTRIAL DE VARIEDADES DE SORGO CULTIVADAS EN DURANGO, MÉXICO	Rigoberto Rosales ¹ , Octavio G. Núñez ¹ , Cinthya A. Nava ¹ , Rafael Jiménez ^{1*} , Evenor I. Cuéllar ¹ , Esperanza Herrera ² y José F. Mercado ¹	558
69. RENDIMIENTO Y CALIDAD FORRAJERA DE ESPECIES VEGETALES CULTIVADAS EN DURANGO, MÉXICO	Octavio G. Núñez ¹ , Rigoberto Rosales ¹ , Rafael Jiménez ^{1*} y Adriana Nava ¹	564
70. ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE PRADERAS PURA Y ASOCIADAS EN LA ÉPOCA DE LLUVIA EN UN AMBIENTE TROPICAL SECO	Régulo Jiménez ¹ , Quero CAR ² , Hernández GA ² , Martínez HPA ³	570
71. ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE PRADERAS PURA Y ASOCIADAS EN LA ÉPOCA SECA EN UN AMBIENTE TROPICAL	Jiménez GR ¹ , Quero CAR ² , Hernández GA ² , Martínez HPA ³ , Flores ZM ¹	575
72. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE PASTO MOMBAZA, A DIFERENTE FRECUENCIA DE CORTE	Santiago Joaquín ^{1*} , Bertín M. Joaquín ² , Alfonso Hernández ¹ , Javier F. Enríquez ³ , Humberto Vaquera ⁴ , Adelaido R. Rojas ¹ , Sergio I. Mendoza ¹ , Adrián R. Quero ¹ ...	580
73. CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN MATORRALES DE CHIHUAHUA	Pedro Jurado, Rubén A. Saucedo, Carlos R. Morales, Martín Martínez, Saúl Alvidrez.....	585
74. CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN PASTIZALES DE CHIHUAHUA SOIL ORGANIC CARBON IN GRASSLANDS OF CHIHUAHUA	Pedro Jurado, Rubén A. Saucedo, Carlos R. Morales, Martín Martínez, Saúl Alvidrez.....	590
75. PASTIZALES: SU CONSERVACIÓN Y EL MARCO LEGAL EN MÉXICO	Alberto Lafón ¹ , Enrique Carréon ¹ , José Luis Bordas ¹ y Haydee Parra ²	595
76. RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE SEIS GRAMÍNEAS COSECHADAS CADA 35 DÍAS EN CLIMA AW₁	Isaías López ¹ , Teresa B. García ¹ , Maribel Montero ¹ , Bertha L. Rueda ¹	599
77. RENDIMIENTO DE FORRAJE DE SEIS GRAMÍNEAS COSECHADAS A CUATRO FRECUENCIAS DE CORTE EN CLIMA AW₁		

	Isaías López ¹ , Teresa B. García ¹ , Maribel Montero ¹ , Yadira López ² , Bertha L. Rueda ¹	605
78.	APLICACIÓN DE SENSORES REMOTOS PARA ESTIMAR PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA EN PASTIZALES DE CHIHUAHUA, MÉXICO	
	Pablito M. López S. ¹ , Carmelo Pinedo A. ² , Carlos Morales N. ² y Cristina Vélez S. ²	610
79.	RIESGO A LA EROSIÓN HÍDRICA Y PRÁCTICAS DE MANEJO DE SUELOS EN LA MICROCUCIENCA LA CONCORDIA, ARMADILLO DE LOS INFANTE, S.L.P.	
	Salvador Durán ¹ , Catarina Loredó ^{2*} , Jesús Huerta ² , José Luis Lara ² y Sergio Beltrán ³	616
80.	GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS ESTABLECIDAS EN LADERA CON DIFERENTES ARREGLOS PARA LA INCORPORACIÓN DE BIOMASA Y NITROGENO AL SUELO MEDIANTE EL USO DE ABONOS VERDES EN LA COSTA DE CHIAPAS	
	José de J. Maldonado M. ¹ y Juan José Castillejos-Ríos ²	621
81.	CALIDAD EN MAÍZ FORRAJERO MEDIANTE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA CON TRES LÁMINAS DE RIEGO	
	Mariano FC ¹ , Ortiz CFE ^{2*} , Espinosa RM, Flores TJ ² , Garza CRD ² , Vargas V E ²	627
82.	RESPUESTA DE <i>Leucaena leucocephala</i> cv. Peruana A LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y BIOLÓGICA	
	Mariano FC ¹ , Jaime Flores ² , Rubén D. Garza ² Flor E. Ortiz ²	632
83.	EFEECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y BIOLÓGICA EN ALFALFA <i>Medicago sativa</i> L	
	Mariano FC ¹ , Flor E. Ortiz ² , Jaime Flores ² , Rubén D. Garza ² , Vargas VE ²	638
84.	DINAMICA DE CAMBIOS EN EL PASTIZAL DEL ESTADO DE ZACATECAS, MÉXICO PARA EL PERIODO 1978-2002	
	Miguel Márquez ¹ , Raúl R. Ruiz ¹ , Ricardo D. Valdez ¹ y Fidel Blanco ¹	643
85.	CALIDAD DEL FORRAJE DE MAIZ PARA ENSILAJE EN LA REGION ALTOS DEJALISCO	
	Fernando Martínez, José de Jesús Olmos, Margarita Elizabeth Castellanos, Ofelia Iñiguez, Humberto Ramírez y José Ángel Martínez.....	648
86.	POTENCIAL PRODUCTIVO DEL PASTO BUFFEL (<i>Cenchrus ciliaris</i>) ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE ZACATECAS	
	Guillermo Medina ¹ , José A. Ruiz ² , Gabriel Díaz ³ , Nadiezhda Y. Z. Ramírez ⁴	653
87.	ARBUSTIVAS DE AGOSTADEROS CON POTENCIAL PARA FITORREMEDIACION	
	Alicia Melgoza ¹ , Roberto Gutiérrez ¹ , Juan A. Ortega ¹ , Pedro Jurado ² , Cristina Vélez ¹ y Marusia Rentería ¹	658
88.	CONSTRUCCION DE UN MODULO DE PRODUCCION DE GAS <i>IN VITRO</i> PARA LA EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE INGREDIENTES CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES	
	Ana K. Moreno ¹ , Remberto Sandoval ² , Héctor Gutiérrez ^{1*} , Alberto Muro ¹ , Francisco J. Gutiérrez ¹ , Romulo Banuelos ¹ , Carlos A. Medina ¹ , Luis H. Díaz ¹ , Luis O. Tedeschi ³	663

89. PRODUCTIVIDAD DE SIETE ASOCIACIONES Y DOS PRADERAS PURAS DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS EN CONDICIONES DE PASTOREO	
¹ Miguel Ángel Moreno Carrillo, ^{1*} Alfonso Hernández Garay, ¹ Humberto Vaquera Huerta, ¹ Carlos Trejo López, ¹ José Alberto Escalante Estrada, ² José Luís Zaragoza Ramírez, ³ Bertín Maurilio Joaquín Torres.....	667
90. CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA, DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> Y PERFIL NUTRICIONAL DE <i>Prosopis laevigata</i>	
Carlos U. Pasillas ¹ , Alberto Muro ¹ , Romulo Banuelos ¹ , Francisco J. Gutierrez ¹ , Carlos A. Medina ¹ y Héctor Gutiérrez ¹	673
91. CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y FISIOLÓGICA DE SEMILLA DE PASTO ADAPTADO A ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO	
Raúl Plascencia Jiménez ^{1*} Adrian R. Quero Carrillo ¹	678
92. BENEFICIO DE DIÁSPORAS DE BANDERITA Y SUS EFECTOS EN PUREZA FÍSICA Y GERMINACIÓN	
Quero, C Adrián R ¹ , Juan Molina ¹ , L Miranda Jiménez ¹ y FJ Hernández G ¹	683
93. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y NUTRICIONAL DEL FORRAJE DE MAÍZ DE GRANO BLANCO Y AMARILLO	
Cesar A. Reyes ¹ , Rubén D. Garza* ¹ , Miguel A. Cantú ² , José A. López ² , y José M. Otero ²	688
94. DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA PROTEÍNA CRUDA DE ZACATE WWB. DAHL (<i>Bothriochloa bladhii</i>) A DIFERENTES NIVELES DE RIEGO	
Flor A. Ríos ¹ , Agustín Corral ¹ , Eduardo Santellano ¹ y Carlos Ortega ¹	693
95. EFICIENCIA FÍSICA, ECONÓMICA Y SOCIAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO EN ALFALFA EN LOS DR-017 Y DR-005SOCIAL	
José L. Ríos ^{1*} , Miriam Torres ² y José Ruiz ¹	698
96. EFICIENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO EN RYE GRASS (<i>Lolium multiflorum</i>) VERSUS ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) EN EL DR017, COMARCA LAGUNERA	
José L. Ríos ^{1*} , Miriam Torres ² , José Ruiz ¹	703
97. FORESTALES USADAS COMO FORRAJE DE EMERGENCIA EN CUENCAME DGO	
Ríos SJC ^{1*} , Jiménez OR ¹ , Rosales SR ¹	708
98. GERMINACION DE MENODORA (<i>Menodora scabra</i> A. Gray) CON DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD	
Otilia Rivero ¹ , Alicia Melgoza ¹ , Cassandra Flores ¹ , Andrés Robles ¹ , Carlos Ortega ¹ y Carlos Morales ¹	712
99. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y RENDIMIENTO DE FORRAJE DE CINCO VARIEDADES DE ALFALFA	
Adelaido R. Rojas ^{1*} , Alfonso Hernández ¹ , Santiago Joaquín ¹ , Sergio I. Mendoza ² , Juan de Dios Guerrero ³ y José L. Zaragoza ²	716
100. PLANTAS ENDÉMICAS DE MÉXICO EN LOS PASTIZALES DE CHIHUAHUA: BASE PARA SU CONSERVACIÓN	
Mario H. Royo ¹ y Alicia Melgoza ²	721

- 101. ENSILAJE DE HÍBRIDOS DE SORGO FORRAJERO ADICIONADO CON GRANO DE MAÍZMOLIDO Y MELAZA CON UREA Y SULFATO DE AMONIO**
Pablo Amín Ruiz Cruz¹ y José de J. Maldonado M.¹.....729
- 102. ESTABLECIMIENTO DE UN BANCO DE AGUA Y ENERGIA A TRAVÉS DEL MANEJO INTENSIVO DE *Opuntia ficus indica* var. *Copena F1* BAJO CONDICIONES MARGINALES EN VILLA DE COSS, ZACATECAS, MEXICO**
Eduardo J. Ruiz¹ y Daniel Rodríguez¹.....734
- 103. ESTRATEGIAS PARA LA REVEGETACION DE PASTIZALES ARIDOS DEGRADADOS EN ZACATECAS, MEXICO**
Eduardo J. Ruiz-Fernández¹, Ricardo D. Valdez-Cepeda^{2, 3}, Luis Pérez-Romero, Daniel Rodríguez-Tenorio¹ and Rafael Magallanes Quintanar⁴.....739
- 104. ANALISIS DE LA DIVERSIDAD EN UN PASTIZAL RESTAURADO CON RODILLO REHABILITADOR DE PASTIZALES MODIFICADO, EN VILLA DE COS, ZACATECAS, MEXICO**
Eduardo J. Ruiz¹, Javier Jiménez¹, Marisela Pando¹, Eduardo J. Treviño¹, Oscar A. Aguirre¹, Ricardo D. Valdez².....744
- 105. CARACTERISTICAS FORRAJERAS DE ESPECIES DE GRANO PEQUEÑO EN CONDICIONES DE TEMPORAL EN ZACATECAS**
Ricardo A. Sánchez¹, Luis E. Arias², Fernando González ³. Y Ma. Del Rosario Tovar⁴.....749
- 106. COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE SEMILLA DE 12 GENOTIPOS Y UNA VARIEDAD DE PASTO BANDERITA**
Fernando Sánchez, F1. J. Hernández, F.2 Carrete C.1, R. Plascencia³, Adrián R. Quero².....754
- 107. DESARROLLO DE GENOTIPOS DE PASTO BANDERITA AL ESTABLECIMIENTO**
Fernando Sánchez¹, Filogonio Hernández², Francisco Carrete¹, Raúl Plascencia², Adrián Quero².....759
- 108. EVALUACIÓN DE TRITICALE COMO ALTERNATIVA DE DOBLE PROPÓSITO: FORRAJE Y GRANO PARA LA GANADERÍA EN B. C., MÉXICO**
Jesús Santillano Cázares^{1*}, David Calderón Mendoza¹, Karim Ammar² y Martín Carmona Victorias.....764
- 109. DEGRADABILIDAD RUMINAL EN DOS VARIEDADES DE ALFALFA CON DIFERENTE MADUREZ**
*Oscar. Serna, Francisco. J. González, José. G. Terrazas, Juan. O. Ronquillo, Octavio Núñez.....769
- 110. CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO Y ACIDO EN ALFALFA POR INFLUENCIA DE LA MADUREZ**
* Oscar. Serna, Juan. O. Ronquillo, José. G. Terrazas, Francisco. J. González, Octavio Núñez.....774
- 111. PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE *Camelina sativa* EN CHIHUAHUA MÉXICO**

- 1Oscar Serna Beltrán, 2Antonio H. Chávez Silva, 1Daniel Albarran A. y 1Francisco González G.....779
- 112. PRODUCCION DEL CLON CUBANO OM-22 (*Pennisetum purpureum*) UTILIZANDO NIVELES DE FERTILIZACIÓN Y FRECUENCIAS DE CORTE OM-22 CUBAN CLONE (*Pennisetumpurpureum*)**
Edgar E. Sosa*, María del C. Zavaleta1, Eduardo J. Torres1, José D. Pérez1.....783
- 113. ESTADO DE SALUD DE LOS PASTIZALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA**
Alfonso Valerio1, Enrique Carréon1 y Alberto Lafón1.....788
- 114. EL ÁREA EFECTIVA DE APACENTAMIENTO: ESTUDIO DE CASO, RANCHO “LA COMUNIDAD”, MÚZQUIZ, COAHUILA, MEXICO**
Ricardo Vásquez1, Misael Rodríguez 1 y Camerino Rojas 1.....793
- 115. ESTABLECIMIENTO DE PASTOS TROPICALES BAJO DOS ESPECIES FORESTALES EN TOMATLAN, JALISCO, MEXICO**
Mario A. Vega 1, Manuel Silva 2, Alfredo González 2, Alejandro Yáñez 2.....798
- 116. ESTABLECIMIENTO DE *Cenchrus ciliaris* L. Y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu INOCULADAS CON BIOFERTILIZANTES BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE HUMEDAD**
Jesús Martínez1, Yuri Villegas2, José R. Enríquez2, José Cruz Carrillo Rodríguez2, Marco A. Vásquez2.....803
- 117. TRATAMIENTOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MECÁNICOS PARA ELIMINAR LA LATENCIA EN SEMILLAS DE *Cenchrus ciliaris* L. Y *Brachiaria brizantha* cv. Insurgente**
Jesús Martínez1, Yuri Villegas1, José R. Enríquez1, José C. Carrillo1, Martha P. Jerez1.....809
- 118. EFECTO DEL CONSUMO DEL CLON CUBANO OM-22 (*Pennisetum purpureum*) EN VACAS LACTANTES**
María del C. Zavaleta1*, Edgar E. Sosa1, Xavier García1.....814
- 119. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL FORRAJERO EN VARIEDADES DE AVENA CULTIVADAS DURANTE EL INVIERNO EN DURANGO**
Octavio G. Núñez1*, Rigoberto Rosales1, Jesús López1, Rafael Jiménez1, Sergio Arellano1.....819

RUMIANTES MAYORES

- 120. EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE SINCRONIZACIÓN E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN GANADO BOVINO PRODUCTOR DE CARNE**
Sandra Alonso1., Francisco J. Gutiérrez1., Zimri Cortez1., Jesús C. Acuña2., Héctor Gutierrez1*.....824
- 121. INCIDENCIA DE ESTRÉS CALÓRICO Y SU IMPACTO EN LA TASA DE PREÑEZ DE UN ESTABLO EN JIMÉNEZ, CHIHUAHUA**
Javier Antillón*, Moisés Barceló, Alfredo Anchondo y Felipe A. Rodríguez.....828

- 122. EFECTOS DE LA ALIMENTACIÓN CON HENO DE SOYA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE VACAS EN LACTACIÓN**
Luis Eduardo Arias¹, Jorge Humberto Villarreal¹, Gregorio Núñez², Esteban Salvador Osuna³, Jorge Armando Bonilla⁴, Fernando Gonzalez³, Ma. Rosario Tovar⁵.....834
- 123. TIPOLOGIA DE LOS SISTEMAS DE LECHERIA FAMILIAR EN LOS ALTOS DE JALISCO, MEXICO**
Luis E. Arias¹, Ma. Rosario Tovar², Gregorio Núñez³, Jorge A. Bonilla⁴, Esteban S. Osuna⁵, Eliab Estrada¹, Jorge H. Villarreal¹.....839
- 124. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO POSTDESTETE DE TERNEROS HOLSTEIN**
Isael Arteaga¹, David Domínguez¹, Guillermo Villalobos¹, Luis A. Borunda¹, Juan A. Ortega¹, Mark Cook², Yang M.².....845
- 125. INCLUSIÓN DE FORRAJE DE SOYA EN SUSTITUCIÓN DE GRANOS PARA BECERROS EN CORRAL DE ENGORDA**
¹J. Miguel Ávila, ²Eduardo A. González y ²Oscar Argudín.....849
- 126. INFLUENCIA DE LA PRESENCIA DE NEMÁTODOS EN EL DESMPÑO PRODUCTIVO DE BECERROS INFESTADOS NATURALMENTE DE ARRIBO RECIENTE AL CORRAL**
Rubén Barajas¹ *, Billy J. Cervantes², Alejandro Camacho¹, Marco A. Espino¹, Idalia.....853
- 127. COMPARACION DEL USO DE SEMEN SEXADO Y CONVENCIONAL EN VAQUILLAS HOLSTEIN DE REEMPLAZO: RESULTADOS PRELIMINARES**
José A. Callejas¹*, Andrea Filatoff¹, Narciso Ysac Ávila², Ulises Macías¹, Francisco Daniel Álvarez¹ y Leonel Avendaño¹.....858
- 128. ESTUDIO DE SEGUIMIENTO EN EL CONTROL DE GARRAPATA *Boophilus* Y ENFERMEDADES QUE TRANSMITE EN BOVINOS DE CARNE EN PASTOREO EN TAMAULIPAS**
Antonio Cantú¹.....862
- 129. EFECTO DEL ULTRASONIDO DE POTENCIA SOBRE EL CRECIMIENTO**
*Caraveo-Suárez R.O., Alarcón-Rojo A. D., Valenzuela-González C., Santellano, E.....868
- 130. PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE UN HATO DE GANADO PURO BAJO CONDICIONES SEMIÁRIDAS DEL ESTADO DE ZACATECAS**
Alejandro Castañeda¹, Héctor Gutiérrez¹*, Jesús O. Enríquez¹, Alberto Muro¹, Alonso A. Enríquez¹ y Francisco J. Gutiérrez¹.....873
- 131. EFECTO DE LA NIACINA, PROSTAGLANDINA D Y E EN LA MADURACIÓN *INVITRO* DE OVOCITOS DE BOVINO SOMETIDOS A ESTRÉS POR CALOR**
Laura E. Escobedo, Juan A. Grado, Javier Antillón, Octavio Martínez, Servando Rojas.....877
- 132. PROYECTO GOLDEN-PRO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE NITROGENO NO PROTEICO PARA LA ALIMENTACION EN RUMIANTES**

	Espinoza, Prieto J.R. 1, Dominguez, Diaz D.1, Aranda, Gutierrez, H.1, Quintana Martinez R.M.1,.....	882
133.	FACTORES DE RIESGO PARA UN REINICIO TARDÍO DE LA ACTIVIDAD OVULATORIA POST-PARTO EN VACAS DEL SISTEMA DE LECHERÍA FAMILIAR EN JALISCO Eliab Estrada ¹ , Fernando Villaseñor ¹ , Héctor R. Vera ² , Luís J. Montiel ² , Mario A. Espinosa ² ,Eugenio Villagómez-Amezcu ³ , José F. De La Torre ¹	888
134.	CARNE DFD: CUANTO DEJO DE GANAR Ivan A. Leyva ¹ , Eduardo Sánchez ² , Cristina Pérez ² , Alberto Barreras ² , José A. Olivas y Fernando Figueroa ^{2*}	894
135.	QUISTES FOLICULARES EN GANADO LECHERO: DIFERENCIAS EN EXPRESIÓN GENÉTICA Y NIVELES HORMONALES Juan A. Grado, Pedro Hernández, Rooney M. Villaseñor, Sergio Quintana y Laura E. Escobedo.....	899
136.	EFFECTO DEL ACONDICIONAMIENTO EN BECERROS DE REPASTO ANTES Y DESPUÉS DEL DESTETE EN LA REGIÓN DE ALDAMA, TAMAULIPAS DURANTE LA ÉPOCA SECA Rafael Guarneros ¹ , Erasmo Gutiérrez ² , Hugo Bernal ² , Ramiro Ávalos ³ , Epigmenio Castillo.....	904
137.	MODELO DE ACIDOSIS RUMINAL SEGÚN LA NUEVA TEORÍA ÁCIDO-BASE DE STEWART CU Häubi Segura ¹	909
138.	RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DE VACAS HOLSTEIN A UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EN CONDICIONES SUB-TROPICALES Juan A. Hernández ^{1,2} , Amos Palacios ¹ , Jorge Hernández ¹ , Francisco D. Álvarez ³ , Ulises Macías ³ ,Leonel Avendaño ³ , Todd R. Bilby. ²	915
139.	EFFECTO DE PESO VIVO Y GRUPO GENÉTICO SOBRE LA EDAD AL PRIMER PARTO Y PRODUCTIVIDAD DE VACAS PRIMERIZAS EN YUCATÁN,MÉXICO Jessica B. Herrera ¹ , Juan G. Magaña ¹ , Karlos E. Orozco ²	920
140.	RELACIÓN DEL POLIMORFISMO EN EL GEN TIROSINA HIDROXILASA (TH) CON EL CRECIMIENTO EN GANADO CHAROLAIS Diana L. Lourenco ¹ , Ana M. Sifuentes ¹ , G. Manuel Parra ¹ , Williams Arellano ¹	925
141.	EFFECTO DE TRATAMIENTOS HORMONALES EN LA FERTILIDAD DE GANADO BOVINO PRODUCTOR DE CARNE BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO *Pablo Luna ¹ , José C. Leyva ¹ , Fernando Rivera ¹ , María G. Méndez ¹ y José M. Aceves ¹	929
142.	SELECCIÓN DE SEMENTALES CHAROLÁIS CON BASE EN SUS DIFERENCIAS ESPERADAS EN LA PROGENIE PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL PESO AL NACER Y AL DESTETE Guillermo Martínez ¹ , Ángel Ríos ² , Moisés Montañó ³ , Jorge V. Rosete ² , Jesús Bustamante ¹ ,Mario Ramírez ² , Aurelio Borrayo ¹ , Antonio Palacios ¹ , Abraham Fragoso ² y Vicente E. Vega ²	934

- 143. EFECTO DEL NIVEL DE FORRAJE EN DIETAS DE VACAS HOLSTEIN EN PRODUCCIÓN**
Martín F. Montaña^{1*}, Juan L. Velarde¹, José F. Calderón¹, Jesús A. Valdéz¹, Juan O. Chirino¹, Constantino Raymundo¹, Juan D. Navarrete¹, Gamaliel A.¹, Ernesto R. Constantino¹, Adolfo Pérez² y Jaime Salinas³.....939
- 144. INFLUENCIA DEL NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN DE MELAZA DE CAÑA EN DIETAS PARA BOVINOS EN CRECIMIENTO-FINALIZACIÓN**
Martín F. Montaña^{1*}, Karla F. Preciado¹, José F. Calderón¹, Víctor M. González¹, Olga M. Manríquez¹, Jesús A. Valdéz¹, Juan O. Chirino¹ y Jaime Salinas².....943
- 145. EFECTO DE LA ADICIÓN DE ÓXIDO DE MAGNESIO (MgO) EN LA DIETA DE VACAS HOLSTEIN EN PRODUCCIÓN**
Martín F. Montaña^{1*}, Francisco R. Morghen¹, Orlando J. Castillo¹, Grace M. Carvajal¹, Víctor M. González¹, Olga M. Manríquez¹, Walkiria G. Caceres¹, Olivia F. Guevara¹, José Melendrez¹, Enrique G. Álvarez² y ³Sergio Soto.....948
- 146. CARGA ANIMAL Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE BOVINOS EN EL ALTIPLANO OESTE, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO**
Dora M. Camacho¹, Martín Reyes¹, Genaro Olmosa², Jorge Palacio² y Juan F. Martínez².....952
- 147. CAMBIOS EN LA CARGA MICROBIAL DE CARNE DE RES POR EFECTO DE ULTRASONIDO DE POTENCIA Y ALMACENAMIENTO**
Orozco-Marrufo D. *, Alarcón-Rojo A. D., Valenzuela-González C., Santellano E., Chong, J.E.....957
- 148. ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA RASGOS DE PRODUCCIÓN LECHERA EN GANADO MAMBÍ DE CUBA**
Alejandro Palacios¹, José L. Espinoza¹, Narciso Y. Avila², Ariel Guillen¹, Ricardo Ortega¹ y Danilo Guerra^{3†}.....962
- 149. RENDIMIENTO CÁRNICO DE TORETES FINALIZADOS EN CORRAL CON DIFERENTES PROPORCIONES DE ALIMENTO BALANCEADO Y ENSILADO DE MAÍZ**
Amós Palacios¹, Jorge Hernández¹, Carlos A. Ancheyta¹, María L. González¹, Juan A. Hernández¹.....966
- 150. APORTE FORRAJERO DE LOS DIFERENTES ESTRATOS DE VEGETACIÓN A LA DIETA DE BOVINOS PASTOREANDO EN EL MATORRAL ALTO ESPINOSO EN EL ESTADO DE SONORA**
Miguel A. Parra¹, Felipe Ramírez¹, Enrique Enríquez¹ y Martín F. Silva¹.....971
- 151. LA CADENA AGROALIMENTARIA DE CARNE ORGÁNICA - UNA OPCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE BOVINOS CARNE**
P. Fajersson.....975
- 152. PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN BOVINOS HOLSTEIN-FRIESIAN EN UNA REGION SEMIARIDA**
Mayela Patricia Gallegos¹, Fatima del Milagro Malacara¹, Carmen Elisa Pinzon¹, José Salome Saucedo Quintero², Jesús García¹, Cesar Francisco Galindo¹.....981

- 153. PRODUCCIÓN DE LECHE Y CONDUCTA ANIMAL EN VACAS HOLSTEIN SOMETIDAS A ENFRIAMIENTO DURANTE EL VERANO EN ZONAS ARIDAS DE MEXICO**
Eduardo Pulido¹, José Herrera², Karlos E. Orozco² y Alejandra M. Marín¹.....986
- 154. ADENOSIN TRIFOSFATO (ATP) COMO FACTOR CAPACITANTE DE ESPERMATOZOIDES DE BOVINOS CRIOLLOS**
Mayra Saavedra¹, Juan A. Quintero¹, Raymundo R. Rivas¹, Andrés Quezada¹, Manuel Arellano¹, Ulises Macías².....991
- 155. CONSUMO Y VALOR NUTRICIONAL DE LA DIETA SELECCIONADA POR NOVILLOS EN PASTOREO EN EL NORTE DE MÉXICO**
Osvaldo Reyes¹, Manuel Murillo², Esperanza Herrera², Francisco O. Carrete² y J. Natividad Gurrola³.....996
- 156. RESPUESTAS FISIOLÓGICAS Y PRODUCTIVA EN VACAS LECHERAS EXPUESTAS A ESTRÉS CALÓRICO DURANTE EL PERIODO POSPARTO**
Pedro Velázquez^{1*}, Enrique Prado¹, Leonel Avendaño², Abelardo Correa², José L. Espinoza³, María G. Méndez¹, Pablo Luna¹, Javier A. Munguía y Fernando Rivera^{1†}.....1000
- 157. DETERMINACIÓN DEL INTERVALO PARTO E INICIO DE LA CICLICIDAD POSPARTO EN VACAS LECHERAS EXPUESTAS A ESTRÉS CALÓRICO**
Fernando Rivera^{1*}, Enrique Prado¹, Leonel Avendaño², Abelardo Correa², José L. Espinoza³, María G. Méndez¹, Pablo Luna¹, Marco I. Acuña¹ Juan F. Hernandez¹.....1006
- 158. COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA DIETA DE BOVINOS EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO**
Daniel Rodríguez¹, Ramón Gutiérrez², Ricardo D. Valdéz³, Francisco G. Echavarría² Miguel Á. Salas¹, Jairo I. Aguilera¹, Eduardo de Jesús Ruiz.....1012
- 159. ESTIMACIÓN DEL CONSUMO VOLUNTARIO Y HABITOS DE COMPORTAMIENTO DEL GANADO BOVINO EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO**
Daniel Rodríguez¹, Ramón Gutiérrez², Ricardo D. Valdéz³, Francisco G. Echavarría² Miguel Á. Salas¹, Jairo I. Aguilera¹, Eduardo de Jesús Ruiz¹.....1016
- 160. EFECTO DEL USO DE ZEOLITA SOBRE EL CONTENIDO DE NITRÓGENO AMONICAL (NH₄) Y PRESENCIA DE MOSCAS EN EXCRETAS DE GANADO BOVINO DE CARNE EN MORELOS, ZAC, MEXICO**
Rubio AFA*¹ Echavarría CH. F.G.¹.....1020
- 161. EFECTO DEL USO DE ZEOLITA SOBRE EL CONTENIDO DE NITRÓGENO INORGÁNICO Y pH EN EXCRETAS DE GANADO BOVINO DE ENGORDA EN ATOLINGA, ZAC**
Rubio AFA*¹ Echavarría CH. F.G.¹ y V. A. Castañeda O.².....1025
- 162. CONTROL DE ENFERMEDADES ENTÉRICAS USANDO PROBIÓTICOS EN BECERRAS LACTANTES**

- Gustavo Tirado-Estrada¹, Ignacio Mejía¹, Juan C. Mora¹, Francisco Nieto¹, Rubén Larios².....1030
- 163. PARÁMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y DE CRECIMIENTO EN CRUZAMIENTOS DE GANADO DE CARNE**
L. D. Van Vleck¹, L. V. Cundiff¹, A. P. Márquez², J. F. Ponce² y A. Correa²
¹University of Nebraska,.....1034
- 164. INFLUENCIA DE LA PRESENCIA DE NERVADURA CAFÉ Y ALMIDON EN DISTINTAS VARIEDADES DE SORGO-SUDAN SOBRE LA DIGESTION DE ENSILADOS OFRECIDOS A BECERROS HOLSTEIN**
José A. Villarreal, Enrique G. Álvarez, Noemí G. Torrentera, Juan Rodríguez, Martín F. Montaña, Eudor Vázquez, Bill Henry, Abril Basilio.....1038
- 165. USO DE ENSILADO DE SOYA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE VACAS EN LACTACIÓN**
Jorge H. Villarreal¹, Luis E. Arias¹, Gregorio Núñez², Jorge A. Bonilla⁴, Esteban Salvador Osuna³, Fernando Gonzalez³ y Ma. Rosario Tovar⁵.....1043
- 166. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y CONCENTRACIÓN DE MINERALES EN EL FORRAJE DE MAÍZ UTILIZADO EN ESTABLOS LECHEROS DE LA REGION ALTOS DE JALISCO**
Jorge H. Villarreal¹, José de Jesús Olmos², Margarita E. Castellanos², Humberto Ramirez², Ofelia Iñiguez² y Luis E. Arias¹.....1048

PEQUEÑOS RUMIANTES

- 167. INFLUENCIA DEL MÉTODO DE SINCRONIZACIÓN EN LA RESPUESTA REPRODUCTIVA EN OVEJAS DE PELO**
J. Arroyo¹, Jannette De La Torre¹, Narciso Y. Ávila^{1*}, Marco A. Camacho¹, Alejandro Palacios², Ricardo Ortega² y José L. Espinoza².....1054
- 168. RESPUESTA EN COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVINOS PELIBUEYALIMENTADOS CON TANINOS EN LA DIETA**
Marco A. Ayala¹, Omar Hernández¹, David Hernández¹, Silvia López², Gilberto Aranda³ y Jesús Ramos⁴.....1061
- 169. USO DE GRANO DE FRIJOL DE DESECHO EN LA SUPLEMENTACIÓN DE BORREGAS DE PELO EN GESTACIÓN-LACTANCIA**
Francisco Castillo², Guillermo Villalobos¹, David Domínguez¹, Juan Á. Ortega¹, y Leonor Cortés¹.....1065
- 170. EFECTO DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL Y ACEITE DE SOYA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y RENDIMIENTO DE CORTES PRIMARIOS DE CORDEROS CONFINADOS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO EN EL VALLE DE MEXICALI**
José L. Dávila-Ramírez¹, Humberto González-Ríos², Ulises Macías-Cruz¹, Nohemí G. Torrentera- Oliveira¹, Francisco D. Álvarez-Valenzuela¹ y Leonel Avendaño-Reyes^{1*}.....1071

- 171. EFECTO DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL Y ACEITE DE SOYA SOBRE PARÁMETROS FISICOQUIMICOS DE CALIDAD DE LA CARNE DE CORDEROS CONFINADOS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO EN EL VALLE DE MEXICALI**
 José L. Dávila-Ramírez¹, Humberto González-Ríos², Ulises Macías-Cruz¹, Libertad Zamorano-García², y Leonel Avendaño-Reyes^{1*}.....1077
- 172. EFECTO DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL Y ACEITE DE SOYA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS DE PELO CONFINADOS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO EN EL VALLE DE MEXICALI**
 José L. Dávila-Ramírez¹, Humberto González-Ríos², Ulises Macías-Cruz¹, Noemí G. Torrentera-Oliveira¹, Francisco D. Álvarez-Valenzuela¹ y Leonel Avendaño-Reyes.....1083
- 173. EFICACIA DEL ORÉGANO PARA DISMINUIR LA CARGA PARASITARIA DE OVINOS INFESTADOS CON *Haemonchus contortus***
 Javier A. Munguía¹, José C. Leyva¹, Oscar H. Velasco², Celina González², Marcela I. Morales³, Ramón Molina¹, Adriana Flores², Javier R. Reyna².....1089
- 174. DIFERENTES COMPUESTOS EVALUADOS PARA EL CONTROL DE FASCIOSIS INDUCIDA ARTIFICIALMENTE EN CAPRINOS CRIADOS BAJO CONDICIONES DE BAJA HUMEDAD**
 Javier A. Munguía¹, Marlene C. Zavala¹, Miguel R. Molina¹, Marcela I. Morales², José C. Leyva¹, Lourdes A. Flores¹, Jesús R. Cedillo¹, Víctor M. Salgado³, Fernando Rivera¹.....1094
- 175. ALTERNATIVAS DE ALIMENTACIÓN EN OVINOS DE PELO EN TAMULIPAS**
 Jaime Flores^{*1}, Rubén D. Garza¹, Noé Montes¹, Manuel de la Garza² y Ernesto García³.....1999
- 176. INFLUENCIA DE LA ÉPOCA DE NACIMIENTO SOBRE EL PESO AL NACER Y DESTETE EN OVINOS DE PELO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS**
 Ernesto García^{1*}, Rubén D. Garza^{*2}; Jaime Flores² y Martín A. Ibarra³.....1104
- 177. DIFERENTES TIEMPOS Y VIAS DE ADMINISTRACIÓN DE TOCOFEROL EN BORREGOS DORPER Y CHAROLAIS SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y COLOR DE LA CARNE**
 Iván A. García-Galicia, Yazmín V. Rivera-Maldonado, Jesús A. García-Zavala, Ramiro Alderete-Muñoz, Alma D. Alarcón-Rojo.....1109
- 178. EFECTO DEL CAROTENO SOBRE LA MOTILIDAD DE SEMEN OVINO FRESCO DILUIDO Y REFRIGERADO A 5°C.**
 Jesús García¹, Mayela P. Gallegos¹, Pedro Rodríguez¹, Carmen E. Pinzón¹, José A. Toca¹.....1115
- 179. INFLUENCIA DEL GRUPO GENÉTICO SOBRE LA GANANCIA DE PESO EN OVINOS DE PELO EN EL TROPICO SECO TAMAULIPECO**
 Rubén D. Garza^{*1}; Jaime Flores¹, Pedro Hernández² y Pedro Zárate³.....1120
- 180. EVALUACION PRODUCTIVA DE GENOTIPOS OVINOS EN EL NORTE DE TAMAULIPAS**
 Rubén D. Garza^{*1}; Jaime Flores¹, Pedro Hernández², Pedro Zárate³ y Martín A. Ibarra³.....1125

- 181. ACTIVACIÓN DE MECANISMOS TERMORREGULATORIOS FISIOLÓGICOS EN OVEJAS DE PELO POR EFECTO DE LA CARGA DE CALOR ADQUIRIDA DURANTE VERANO**
Miguel Ángel Gastélum^{1,2}#, Francisco D. Álvarez¹, Leonel Avendaño¹, Abelardo Correa¹, Juan E. Guerra², Ulises Macías¹.....1130
- 182. NIVELES DE METABOLITOS SERICOS DE CORDEROS DE OVEJAS DE SEGUNDO PARTO EN LACTANCIA NATURAL Y ARTIFICIAL**
Aquiles Guzmán, Rómulo Bañuelos, Alberto Muro, Héctor Gutiérrez, Ma. De Lourdes Alonso, Carlos Meza, J. Gabriel Ortiz y Luis H. Díaz*.....1136
- 183. RESPUESTA PRODUCTIVA DE CORDEROS A LA INCLUSIÓN DE CONTENIDO RUMINAL EN LA DIETA**
Jorge Hernández¹*, Gerardo P. Rodríguez¹, Alberto N. Luna¹, Amós Palacios¹, Juan A. Hernández¹.....1142
- 184. “CARACTERIZACIÓN DE NIVELES DE VITAMINA E Y COLESTEROL TOTAL EN CARNE DE BORREGO PRODUCIDA EN EL SUR DE SONORA UTILIZANDO CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA RESOLUCIÓN (HPLC)”**
María Isabel Cruz¹, Jaime López-Cervantes², Ramón Molina-Barrios¹, Fernando Rivera¹, Javier Munguía-Xóchihua¹ y Juan Francisco Hernández Chávez¹.....1146
- 185. DISTRIBUCIÓN DE CELOS EN OVEJAS DE PELO APAREADAS DE NOVIEMBRE A DICIEMBRE CON EMPADRE DIRIGIDO EN EL NORTE DE MÉXICO**
Esaúl Jaramillo¹, Ezequiel Rubio¹, Mateo Itza¹, Rogelio Plasencia² y Aníbal Martínez².....1152
- 186. INCREMENTAR LA FRECUENCIA DE BAÑOS MITIGA EL ESTRÉS CALÓRICO EN EL GANADO HOLSTEIN EN UN CLIMA SEMIHUMEDO**
José C. Leyva¹, Ricardo Zamorano¹, Diana I. Castelo¹, Fernando Rivera¹, María G. Méndez¹, Abelardo Correa², Leonel Avendaño² y Pablo Luna¹†.....1157
- 187. EFECTO DE LA RESTRICCIÓN NUTRICIONAL DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN SOBRE EL VOLUMEN DE LA UBRE, LA PRODUCCIÓN DE CALOSTRO Y LA MORTALIDAD DE CORDEROS AL PARTO EN OVEJAS DE PELO ESTRESADAS POR CALOR**
Ulises Macías¹*, Leonel Avendaño¹, Francisco D. Álvarez¹, Abelardo Correa¹, J. Luis Ponce¹, César Meza², Juan A. Hernández³, J.A. Quintero⁴.....1162
- 188. RESTRICCIÓN NUTRICIONAL EN OVEJAS DE PELO GESTANTES ESTRESADAS POR CALOR: EFECTOS SOBRE CONCENTRACIÓN DE METABOLITOS AL PARTO Y PESO AL NACIMIENTO DE LA CRÍA**
Ulises Macías¹*, Leonel Avendaño¹, Francisco D. Álvarez¹, Abelardo Correa¹, José L. Ponce¹, Raúl Díaz², César Meza³, Juan A. Hernández⁴.....1168
- 189. FUENTES DE NITROGENADAS EN LA DEGRADACIÓN RUMINAL DE BUFFEL (*Cenchrus ciliaris*) EN BORREGOS**
E Crespo-Reyes¹, J C Kú-Vera², A Saldívar-Fitzmaurice³, S P Castillo-Rodríguez y J C Martínez-González³.....1174

- 190. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN IDEAL DE LAS EXCRETAS FERMENTADAS DE POLLO DE ENGORDA EN OVINOS**
Ignacio Mejía,¹ Gustavo Tirado¹, Ana Julia Azuar¹, José Mejía², Francisco Nieto¹, José A. Aguilar¹, Mauro E. Mora¹, y Aracely Pérez¹.....1179
- 191. ESTADO EPIDEMIOLÓGICO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES EMERGENTES Y REEMERGENTES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN OVINA EN LOS ESTADOS DE QUERÉTARO Y CHIHUAHUA**
Pedro Mejía¹, Efrén Díaz¹, Francisco Aguilar¹, Lucía Favila¹, Gabriela Palomares¹, Vicente Castañeda², Marco Santillán¹, Héctor Jiménez², Mario Esqueda³ Dionicio Córdova¹, Alejandra Cortés⁴.....1184
- 192. ACTIVIDAD OVÁRICA EN CABRAS TRATADAS CON UN INHIBIDOR DE COX-2**
Leonor Miranda¹, Rafaela Pérez² y Sara Vázquez¹.....1189
- 193. USO DE ZERANOL EN DOSIS REPETIDAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CORDEROS EN ENGORDA**
Perla A. Montoya¹, Guillermo Villalobos², Leonardo Carlos², David Domínguez² y Juan A. Gutiérrez².....1194
- 194. PREVALENCIA DE *EIMERIA* spp. EN OVINOS DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL ANIMAL, MANEJO Y DE UBICACIÓN DE LA GRANJA**
Marcela I. Morales¹, Javier A. Munguía², José C. Leyva², Javier R. Reyna², Juan F. Hernández².....1199
- 195. VALOR NUTRITIVO Y CONSUMO DE LA SUPLEMENTACION DE *Leucaena leucocephala* MAS UNA FUENTE ENERGÉTICA EN LA DIETA DE OVINOS EN PASTOREO**
Isis A. de la Riva Rodríguez^a, Juan F. Torres^a, Carlos Sandoval^b, Javier Solorio^a, Rómulo Bañuelos^a, Luis H. Díaz^a y Alberto Muro^a.....1204
- 196. CALIDAD TECNOLÓGICA DE LA ARRACHERA ELABORADA CON CARNE DE OVINOS IMPLANTADOS CON ZERANOL**
Juan O. Ronquillo¹, José A. García², Oscar Serna¹. Olga García².....1210
- 197. EFECTO DEL NIVEL DE EXCRETA DE CERDO Y MAZORCA DE MAÍZ EN RACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO EN ENGORDA DE OVINOS**
Pedro A. Medina¹, Jaime Salinas¹, Ramón F. García², Jorge Lored¹, Martín F. Montañó³.....1215
- 198. SUSTITUCION DE FUENTES DE PROTEINA POR UNA LEGUMINOSA TROPICAL EN DIETAS PARA BORREGOS EN CRECIMIENTO**
Manuel Silva¹, Mario A. Vega², Cándido E. Guerra³, Alfredo González¹ y Gabriel Sánchez³.....1221
- 199. ESTRATEGIAS DE SUPLEMENTACIÓN DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL EN OVINOS DE PELO DURANTE LA FASE DE FINALIZACIÓN EN LA ENGORDA**
Sacramento Soto¹, Ulises Macías¹, Daniel Álvarez¹, Noemí Torrentera¹, Abelardo Correa¹, Sergio Soto² y Leonel Avendaño¹.....1226

- 200. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS PELIBUEY ALIMENTADOS CON DIETAS CON TANINOS DE DIFERENTES ARBOLES FORRAJEROS**
Mauricio Velázquez^{1*}, Omar Hernández¹, Silvia López², Sergio Pérez¹, Elvia López³, Isabel Guerrero⁴.....1231
- 201. EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN SOBRE LA CAPACIDAD TERMORREGULATORIA DE OVEJAS DE PELO ESTRESADAS POR CALOR**
Ricardo Vicente¹, Francisco Reyes¹, Leonel Avendaño¹, Francisco D. Álvarez¹, Cesar A. Meza², Abelardo Correa¹, Ulises Macías^{1*}.....1237
- 202. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS *IN VIVO* E *IN SITU* DE CORDEROS EN CRECIMIENTO ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE HENO DE CEBADA TRATADAS CON ENZIMAS FIBROLÍTICAS EXÓGENAS**
Jenifer D. Andrade¹, Gustavo Tirado¹, Ignacio Mejía¹, Carlos U. Häubi Segura² y Rubén Larios González³.....1242
- 203. COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE BORREGAS F1DORPER Y KATAHDIN EN AGOSTADERO EN ZONAS ARIDAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA**
Lagos H. G., A. Jurado A. G., Rodríguez-Almeida., Villalobos G., G. Quintana.....1246

OTRAS ESPECIES

- 204. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TRES GENOTIPOS DE CONEJOS FINALIZADOS CON TRES MARCAS COMERCIALES DE ALIMENTO.**
Jesica L. Aquino¹; Jorge Hernández¹.....1252
- 205. EFECTOS DE INDICADORES DE CONSANGUINIDAD EN LA ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES DE MORFOLOGÍA DEL CABALLO PURA SANGRE LUSITANO EN MÉXICO**
Joel Domínguez-Viveros¹, Felipe A. Rodríguez-Almeida¹, Juan Á. Ortega-Gutiérrez¹ y Everardo González-Rodríguez¹.....1257
- 206. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y DE LA CAMADA EN CONEJAS NUEVA ZELANDA BLANCO SUPLEMENTADAS CON ACEITE DE PESCADO**
Erick J. Calderón¹, Francisco de la Peña¹, José L. Espinoza^{1*}, Alejandro Palacios¹, Ricardo Ortega¹, Ariel Guillén¹ y Fernando Rivera².....1262
- 207. EL MINK “MUSTELA VISON AMERICANO” UNA NUEVA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCION ANIMAL EN EL NORTE DE MEXICO**
J.R. Espinoza Prieto¹, L Moyle Bomouse², H Aranda Gutiérrez¹, R.M. Quintana Martínez¹.....1267
- 208. DISTRIBUCIÓN ACTUAL E HISTÓRICA DE COLONIAS DE PERRITO LLANERO (*Cynomys mexicanus*) EN EL RANCHO “LOS**

ANGELES” Y SU RELACIÓN CON LA HIDROLOGÍA DE LOS PASTIZALES

- Iliana I. Hernández¹, Luis Pérez¹, Silvia X. González² y Eloy A. Lozano¹.....1273
- 209. DISTRIBUCION Y ESTADO DE LAS POBLACIONES DE BERRENDO MEXICANO EN CHIHUAHUA**
Alberto Lafón¹ y Enrique Carreón¹.....1278
- 210. DIAGNOSTICO DEL MANEJO NUTRICIONAL DEL GUAJOLOTE DE TRASPATIO EN EL ESTADO DE TLAXCALA: AVANCES**
Guillermina Martínez¹, Ramón Gutiérrez², Laura Hernández³, Francisco E. Cab⁴, Alma V. Ayala¹, José D. Osuna⁵, Miguel P. Conde³.....1282
- 211. INFLUENCIA DEL SEXO EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE PAVOS (*Meleagris gallopavo*) COMERCIALES**
Gerardo Méndez¹, J. Arturo García² y E. Alva³.....1288
- 212. DESEMPEÑO PRODUCTIVO E INCIDENCIA DE DIARREAS EN LECHONES DESTETADOS**
Dalila Pérez, Nely Ibarra, Edgar Yocupicio, Gilberto Castillo, Néstor Arce, Adriana Morales, Miguel Cervantes y Benedicto Araiza.....1295

OTRAS

- 213. AVANCES DE LA ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN EN LAS UPP DE LA SCC LA FRESNILLENSE**
Ramón Gutiérrez Luna¹, Guillermina Martínez Trejo², J. Carlos Acuña Flores³.....1301
- 214. FACTOR ADITIVO AL ÍNDICE DE SEQUÍA DE PALMER (PDI) Y AL ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN (SPI) Y SU RELACIÓN CON LA SEVERIDAD DE LA SEQUÍA**
Rafael A. Giner, Alfredo Rangel, Luis F. Negrete y Luis C. Fierro*.....1306

RESUMENES

- 215. IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE BIOSEGURIDAD EN DOS HATOS DEL SISTEMA VACA-BECERRO EN NUEVO LEÓN HERDS OF NUEVO LEON**
Genoveva Alvarez *¹, Eduardo Valdez ², Rubén Cervantes³, Ramiro Avalos²
Alberto Morales⁴ y Rubén D. Garza¹.....1312
- 216. Diversidad de Roedores en el Pastizal Mediano Abierto, en el estado de Zacatecas**
Cervantes G.G., Gutiérrez L.R.....1313
- 217. METODOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS SANITARIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HACCP EN UN ESTABLECIMIENTO PARA EL SACRIFICIO DE BOVINOS**
*Chávez, J. J. J¹, Baldwin, S.C.E¹, Meza.L.E¹, García, M.J.A², Núñez, G.F.A²1314
- 218. PESOS AL NACIMIENTO Y AL DESTETE EN CORDEROS PELIBUEY CRUZADOS CON DORPER**

- Jaime Flores*¹, Rubén D. Garza¹, Pedro Hernández² y Pedro Zarate³.....1315
- 219. EFECTO DE LA SUPLEMENTACION VITAMINICA SOBRE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN CORDEROS**
- Rubén D. Garza*¹, Jaime Flores¹, Pedro Hernández² y Erasmo Gutierrez³.....1316
- 220. USO DE TEGNOLOGÍAS Y REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES POR PARTE DE PRODUCTORES DEL SISTEMA PRODUCTO OVINO EN EL ESTADO DE ZACATECAS**
- Ortiz Hurtado José Ubaldo¹, Gutiérrez Luna Ramón².....1317
- 221. ESPECIES RECOMENDABLES PARA REVEGETAR LAS TIERRAS DE PASTOREO EN MÉXICO**
- Lilián A. Loera*, Rafael A. Giner, Luis C. Fierro, y Luis F. Negrete.....1318
- 222. VALIDACION TECNICO ECONOMICA Y CALIDAD NUTRITIVA DE TRES VARIEDADES DE BUFFEL, FORMIDABLE, LAREDO Y PECOS EN EL SUR DE SINALOA, MÉXICO**
- Juan Esteban Reyes, Alfredo Loaiza, Daniel González, Luis Alberto Hernández.....1319
- 223. PROPUESTA DE COMPENSACIÓN POR MEJORES PRÁCTICAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL CARBONO EN AGOSTADEROS COMUNALES DE NUEVO LEÓN, MÉXICO**
- Villarreal Lozoya, Cayetano J.1 y Manzano Camarillo Mario G.2.....1320

**ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA FUNCIÓN REPRODUCTIVA DE LA
VACA LECHERA EXPUESTA A ESTRÉS CALÓRICO:
EL USO POTENCIAL DE LOS ANTIOXIDANTES**

Aréchiga CF¹, Lozano DR¹, Silva RJM¹, Escobar FJ¹, Rincón DRM¹, López CMA¹,
Aguilera JI¹, H. Rodríguez¹, Cortés Z¹, Medina CA¹, Saucedo QS², Avendaño L²,
Correa A², Espinoza-Villavicencio JL³

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cuerpo Académico de Biotecnología y Reproducción Animal [CABRA-127].

²Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas.

³Universidad Autónoma de Baja California Sur. Facultad de Zootecnia.

INTRODUCCIÓN

El estrés calórico impacta negativamente en la producción del ganado lechero. La presencia de altas temperaturas durante los meses cálidos reduce la producción de leche y altera la función reproductiva de las vacas lecheras afectando el potencial económico de los sistemas de producción de leche (Bilby et al., 2009). Las pérdidas por estrés calórico en la industria pecuaria estadounidense ascienden a más de 2,000 millones de dólares, y se estima que casi 1,000 millones de dólares (50%), de dichas pérdidas corresponden exclusivamente a la industria lechera.

Existen varios factores causales del estrés calórico y entre ellos se incluyen a las altas temperaturas ambientales, la elevada radiación solar y un alto porcentaje de humedad relativa. Lo anterior, aunado a la imposibilidad de la vaca lechera para disipar el calor interno generado por sus funciones metabólicas. Esto genera que a mayor capacidad de producción de leche, la vaca requiere un mayor gasto metabólico y por consecuencia, es mayor la susceptibilidad al estrés calórico. Un rango de temperaturas ambientales entre 15 a 25° C puede ser capaz de generar reducciones considerables en la producción de leche (Hahn, 1985), y una temperatura ambiental superior a los 25° C pueden generar un estrés calórico severo comprometiendo drásticamente las funciones de producción y reproducción en la vaca lechera de alta producción. La selección genética por características productivas y el mejoramiento genético obtenido con el apoyo sostenido de tecnologías reproductivas como la inseminación artificial (IA) y la transferencia de embriones (TE), han permitido incrementos bastante considerables en la producción de leche, pudiendo incrementar la susceptibilidad de la vaca lechera a los efectos adversos del estrés calórico debido principalmente a su enorme potencial genético para producción de leche y a la exigencia de un mayor gasto metabólico.

Se ha hecho énfasis en que a mayor producción de leche la fertilidad se ve comprometida. Sin embargo, una elevada producción de leche aunada a un estrés calórico severo, afectará enormemente la función reproductiva, tal y como ocurre con los reducidos porcentajes de preñez de los hatos lecheros existentes en la región sur (Collier, 2006) y sureste (De Vries y Risco, 2005; De Vries, 2007; De Vries, 2009), de

los Estados Unidos de América, y en algunas cuencas lecheras de la República Mexicana como Delicias, Chihuahua y la Región Lagunera, y otras en las que comienza a presentarse este fenómeno como sería la zona lechera de Aguascalientes (Lozano et al., 2005; 2009).

Por otro lado, La eficiencia reproductiva de las vacas lecheras estará influenciada por una gran variedad de factores, pero el estado nutricional de las vacas lecheras y el manejo nutricional del hato en general, son cruciales en cualquier sistema de manejo reproductivo que se desee implementar en una explotación lechera. Lo anterior debido a que los nutrientes que la vaca consuma se utilizarán en base a un orden jerárquico de manutención, producción y reproducción. Es decir, la función reproductiva se convierte en una función de lujo en la vaca y una nutrición inadecuada o la presencia de niveles insuficientes o excesivos de ciertos nutrientes influyen en la función reproductiva de ésta (Bauman y Currie, 1980; Smith y Akinbamijo, 2000; Thatcher et al., 2007).

Desbalances o deficiencias de proteínas, vitaminas, minerales, antioxidantes y/o otros micronutrientes pueden influir negativamente sobre la función reproductiva de la vaca lechera (Thatcher et al., 2007). Si estos desbalances o deficiencias ocurren en el periodo crítico comprendido entre el momento del parto hasta el momento de la concepción, e incluso durante el periodo seco previo al parto, pueden ejercer consecuencias aun mayores. Se considera que una nutrición adecuada durante el periparto tendrá un impacto favorable sobre la eficiencia reproductiva de la vaca lechera.

Por lo anterior, resulta imperativo el buscar estrategias eficientes de manejo que contribuyan a mitigar los efectos adversos del estrés calórico sobre la vaca lechera de manera que les permita mejorar sus funciones productivas y reproductivas bajo condiciones de mayor salud y bienestar animal.

ESTRATEGIAS DE ENFRIAMIENTO

A) Enfriamiento Preparto:

El preparto o periodo seco de la vaca lechera es crítico por los cambios que sufre el animal: involución de la glándula mamaria y el desarrollo subsiguiente de la misma, crecimiento fetal acelerado (2/3 ó 66% del crecimiento total), la subsecuente inducción de la lactancia, además de la preparación para generar la “cascada hormonal” necesaria para que se lleve a cabo el proceso del parto. Aunado a esto, se presenta una reducción del consumo de materia seca y ésta situación puede predisponer a una anorexia severa y/o a desbalances nutricionales que originan o provocan la aparición de trastornos metabólicos que predisponen en consecuencia a la aparición del complejo denominado “enfermedades del parto” (Bell et al., 1995). Dichas enfermedades pueden complicarse ocasionando problemas mayores.

El enfriamiento durante el preparto ó periodo seco ha incrementado la producción de leche de la lactancia siguiente, ha disminuido los servicios por concepción, y reducido los porcentajes de animales desechados del hato por fallas reproductivas (Wiersma y Armstrong, 1988). Estudios realizados en México han reportado menores servicios por concepción y menor intervalo parto-concepción aunado a una

mayor producción de leche postparto (Avendaño-Reyes et al., 2006). La inclusión de sistemas de enfriamiento en la línea de alimentación (comedero), incrementó considerablemente la producción de leche y la rentabilidad del sistema de producción de leche (\$2,131 dólares/vaca/año) (Urdaz et al., 2006).

El estrés calórico sufrido durante el verano y acarreado hasta el otoño comprometiendo la fertilidad pudiera deberse al estrés calórico experimentado durante el periodo seco (preparto). La ovulación requiere mínimamente de 40 a 50 d para que los folículos puedan desarrollarse y convertirse en folículos ovulatorios (Roth et al., 2001). Ello pudiera ser una de las explicaciones del porque la baja fertilidad presente en el otoño tiende a recuperarse hasta el invierno. El estrés calórico durante el periodo seco puede afectar al folículo y/o al ovocito presente en el interior del folículo. Una vez que el ovocito afectado es ovulado, éste tiene menos posibilidades de ser fertilizado y de desarrollarse adecuadamente, de manera que le permita convertirse en un embrión viable y de calidad para contribuir a una gestación sin complicaciones. Es decir, sin sufrir pérdidas embrionarias ó abortos (Hansen, 2005; 2007a; 2007b).

B) Enfriamiento Postparto:

El enfriamiento de los animales durante el postparto es de trascendental importancia debido al gasto metabólico acelerado que exige la producción de leche. La vaca inicia su lactancia y durante los primeros días postparto es muy vulnerable a enfermedades infecciosas y metabólicas. Este estrés aunado a cambios fisiológicos, nutricionales, ambientales e inmunológicos presentes a consecuencia del parto, pueden comprometer la función reproductiva (Tomlinson et al., 2009). Además, durante el postparto temprano, el sistema inmune de la vaca lechera es sometido a un trabajo arduo, y los sistemas de defensa humoral e innata se ven disminuidos (Goff, 2006). Por ejemplo, una vaca que padezca de hipocalcemia, estará predispuesta a sufrir de otros trastornos como distocia, retención de membranas fetales (RMF), y cetosis. La distocia y la retención de membranas fetales predisponen a infecciones uterinas postparto que influyen en una menor producción de leche y en periodos prolongados de “días abiertos” y una gran proporción de vacas no gestantes o “vacías” (Markusfeld, 1993). La RMF y/o la pérdida de condición corporal (BCS=body condition score) contribuyen a reducir los porcentajes de preñez (Loeffler et al., 1999). La RMF pudiera estar influenciada por deficiencias de selenio (Se) y vitamina E, ya que la administración exógena de vitamina E y selenio reduce considerablemente la aparición de este problema (Harrison et al., 1984; Aréchiga et al., 1994a; 1998b). También, las deficiencias nutricionales conjuntamente con un metabolismo energético deficiente puede ocasionar un incremento en los niveles circulantes de cuerpos cetónicos, que influyen negativamente en la eficiencia reproductiva al prolongar los intervalos de parto a primer servicio, de parto a la concepción y reduciendo los porcentajes de concepción a primer servicio (Miettinen, 1990).

GASTO METABÓLICO Y RADICALES LIBRES

Las vacas lecheras en plena lactancia requieren de un gasto metabólico mayor para producir altas cantidades de leche. Este metabolismo exagerado, convierte 1 a 2% del oxígeno metabolizado en especies oxigenantes reactivas (Fulbert y Cals, 1992) que requiere de la intervención de procesos bioquímicos existentes en la célula y en los fluidos extracelulares para la remoción de dichas especies oxigenantes reactivas. Los sistemas antioxidantes incluyen a moléculas como el β -caroteno y la vitamina E que participan como antioxidantes a nivel celular ejerciendo un mecanismo de protección (McCay y King, 1980; Di Mascio et al., 1991; Dargel, 1992). Otros procesos enzimáticos participan en la remoción de las especies oxigenantes reactivas o radicales libres, entre ellos, se incluye a la enzima glutatona peroxidasa (GSH-Px) que es una enzima dependiente del selenio que utiliza electrones provenientes de la glutatona (GSH) o de otros tioles para transformar moléculas de peróxidos (H_2O_2) a moléculas de agua (H_2O) (Flohé y Günzler, 1976).

Un incremento en la generación de radicales libres puede abatir los mecanismos antioxidantes de defensa y comprometer a la función celular (Freeman y Crapo, 1982; Youn et al., 1991; Dargel, 1992; Fulbert y Cals, 1992). La producción excesiva de radicales libres puede llegar a convertirse en una fuente de infertilidad en las especies domésticas debido a que los ovarios (Margolin et al., 1990; Carlson et al., 1993; Young et al., 1995), los espermatozoides (Aitken, 1994) y los embriones en estadios iniciales de su desarrollo (Arechiga et al., 1995; Fujitani et al., 1997) son demasiado sensibles al daño causado por los radicales libres.

EFEECTO PROTECTOR DE LOS ANTIOXIDANTES

Un incremento exagerado en la generación de radicales libres puede afectar al ADN (ácido desoxirribonucleico) el cual posee la información genética en las células de los seres vivos. Además, puede afectar también a proteínas, carbohidratos, y lípidos. El daño ejercido se conoce como estrés oxidativo y muchos compuestos biológicos juegan un papel importante en limitar ese estrés. Por ejemplo, algunos sistemas enzimáticos como la dismutasa de superóxido (SOD), la peroxidasa de la glutatona (GSH-Px), las catalasas, etc. que funcionan como enzimas que controlan a los radicales libres. Además varias moléculas participan como removedores en el metabolismo de radicales libres. Estas moléculas reaccionan con los radicales libres y los retiran de las células. Por mencionar a algunas existen la glutatona, las vitaminas E y C, el β -caroteno, la taurina, la hipotaurina, el selenio y la glutatona peroxidasa. En la presente revisión se hará un mayor énfasis sobre las propiedades antioxidantes del β -caroteno con el propósito de evaluar su uso potencial en la mejora de la salud y la función reproductiva de la vaca lechera.

Las vitaminas y los minerales han sido asociados con una mejor función reproductiva desde hace muchos años. Estas moléculas, participan en el metabolismo, mantenimiento y crecimiento de las células adquiriendo una importancia vital. También pudieran tener un papel específico y de requerimientos en tejidos del aparato reproductivo, que puede

variar de acuerdo al estado fisiológico de los tejidos del tracto o aparato reproductivo durante el ciclo reproductivo y la preñez.

PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL β -CAROTENO

El β -caroteno es un antioxidante originado en las plantas y es reconocido como el precursor de la vitamina A. Es más lipofílico que el α -tocoferol y se asume está presente en el interior de membranas o lipoproteínas, que le permiten recoger radicales libres de los compartimientos lipofílicos de manera más eficiente que el α -tocoferol (Niki et al., 1995). El β -caroteno participa inactivando a especies químicas reactivas, como el oxígeno, y los radicales libres que de lo contrario indicarían reacciones como la peroxidación de los lípidos; es un extinguidor muy potente del oxígeno (Burton e Ingold, 1984; Burton, 1989).

El β -caroteno se identificó primeramente en el cuerpo lúteo del bovino en el año de 1913, (Escher, 1913). Lotthammer (1978) propuso que el β -caroteno pudiera tener funciones únicas y específicas en la reproducción. Sklan (1983) encontró un incremento en la cantidad de β -caroteno que se originaba en el cuerpo lúteo inmediatamente después de la ovulación, sugiriendo que el β -caroteno ejerce una función en la producción de progesterona. Graves-Hoagland et al. (1988), encontraron que la producción de progesterona *in vitro* por parte de las células lúteas, disminuyó en respuesta a la suplementación del β -caroteno. Las vacas alimentadas con niveles deficientes de β -caroteno en la dieta tuvieron cantidades menores de progesterona en el cuerpo lúteo (Schultz et al., 1974; Ahlswede y Lotthammer, 1978).

El β -caroteno se transporta en el torrente circulatorio de los bovinos unido a lipoproteínas de muy alta densidad (HDL) y en el cuerpo lúteo de los bovinos se encuentra en concentraciones relativamente elevadas (Ashes et al., 1982). Incluso se ha propuesto que el β -caroteno pudiera ser el responsable de incrementar los procesos esteroidogénicos en el cuerpo lúteo del ovario (O'Shaughnessy and Wathes, 1988). Además, se ha reportado que el β -caroteno puede inhibir a los efectos adversos de los radicales libres sobre la actividad de la enzima adrenal P450_{scc} (Youngs et al., 1995), la cual participa en la síntesis de hormonas esteroideas. Recientemente, se ha demostrado que niveles plasmáticos bajos de β -caroteno antes del parto, repercuten en falta de ovulación durante la primera oleada folicular durante el posparto (Kawashima et al., 2008).

Los efectos en la suplementación alimenticia del β -caroteno sobre la fertilidad de las vacas lecheras, es muy controversial. Varios autores han encontrado una respuesta benéfica del β -caroteno sobre la función reproductiva de las vacas (Ahlswede y Lotthammer, 1978; Lotthammer et al., 1978; Meyer et al., 1975; Ascarelli et al., 1985; Rakes et al., 1985; Aréchiga et al., 1998a; Rodríguez-Martínez, 2002; Morales-Gamazo, 2008), mientras que otros no (Wang et al., 1982; Bindas et al., 1984a,b; Akordor, et al., 1986; Aréchiga et al., 1998b), e inclusive, existe un reporte de que la suplementación del β -caroteno tuvo un efecto adverso sobre la fertilidad (Folman et al., 1987). Una explicación a dichas discrepancias, pudiera deberse a la variación entre los estudios en cuanto a número de vacas incluidas en el estudio, nivel de suplementación de los

antioxidantes, medio ambiente y prácticas de manejo particulares de cada estable, o estudios realizados con vacas lecheras con un bajo nivel de producción.

Sin embargo, las propiedades antioxidantes del β -caroteno pudieran ejercerse en otras células mediante la reducción de los niveles excesivos de radicales libres. Un efecto adicional del β -caroteno pudiera estar relacionado con su metabolismo al transformarse en vitamina A, porque niveles mayores de vitamina A en el útero así como la acumulación de β -caroteno en las glándulas adrenales y en los cuerpos lúteos reflejan una influencia del β -caroteno sobre el metabolismo de la vitamina A local que pudiera influir positivamente sobre la función reproductiva de la cerda (Schweigert et al., 2001). Aunado a ello, la suplementación de vitamina A incrementó la supervivencia embrionaria en cerdas (Whaley et al., 1997) y el desarrollo de los embriones desde la fertilización hasta el estadio de blastocisto recolectadas en hembras superovuladas previamente (Shaw et al., 1995). Ese efecto positivo se esperaría fuera mayor bajo condiciones de calor y humedad debido a que las altas temperaturas y el estrés calórico que se produce en el animal, pueden incrementar los niveles de radicales libres a nivel celular. Sin embargo, la administración de β -caroteno en los días -6, -3 y 0 en relación al momento de la inseminación no incrementó los porcentajes de preñez de las vacas lecheras expuestas al estrés calórico, a pesar de que se suponía que la acción del β -caroteno pudiera ser de gran importancia en el periodo preovulatorio, puesto que la inyección de vitamina A el metabolito del β -caroteno, incrementó el desarrollo de los embriones de bovino hasta el estadio de blastocito (Shaw et al., 1995). Además, se supone que la terapia antioxidante pudiera ser benéfica, especialmente en las vacas lecheras expuestas a estrés calórico ya que la exposición de las células y los tejidos a las altas temperaturas pueden incrementar la producción de radicales libres (Loven, 1988). Además, existe la evidencia en vacas lecheras de que el estrés calórico puede ocasionar una reducción en las concentraciones del antioxidante glutatona en las células sanguíneas (Trout et al., 1998). Quizás, la terapia antioxidativa con β -caroteno sea más efectiva al administrarse por vía oral y por periodos prolongados, puesto que la suplementación oral de 400 mg/vaca/día de β -caroteno por un periodo no menor a 15 d fue suficiente para incrementar los niveles circulantes de β -caroteno en el plasma sanguíneo de vacas lecheras expuestas a estrés calórico (Aréchiga et al., 1998a).

Además, existen otros estudios similares que han reportado un papel muy importante de la vitamina A o del β -caroteno en mejorar la salud de la glándula mamaria y reducir los conteos de las células somáticas (Daniel et al., 1991; Chew, 1993). Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que el β -caroteno pudiera inclusive, influir positivamente en el incremento de la producción de leche de las vacas lecheras en plena lactancia (Aréchiga et al., 1998a).

El β -caroteno es un nutriente que también ha sido asociado con una mejor actividad reproductiva. Hemkey y Bremel (1982) reportaron que no existía la evidencia suficiente que permitiera definir que el β -caroteno era importante en la reproducción, tal como sucede con la vitamina A. Sin embargo, se han reportado niveles elevados de β -caroteno en sangre, cuerpo lúteo y fluido folicular, sin embargo, se desconocen los efectos

específicos de éste nutriente en la función ovárica (Chew et al., 1984), al igual que otros estudios que no han podido definir claramente la necesidad del β -caroteno en la función reproductiva del bovino (Bindas et al., 1984; Ducker et al., 1984; Rakes et al., 1985; Folman et al., 1987). Sin embargo, existe cierta evidencia de que las vacas lecheras expuestas a condiciones de estrés calórico pudieran incrementar sus porcentajes de preñez en respuesta a la suplementación prolongada de β -caroteno (400 mg/kg/día por más de 90 días), y que el β -caroteno parece ejercer un efecto adicional al incrementar la producción de leche total en un 6 a 10%, independientemente de la exposición o no de las vacas a condiciones de estrés calórico (Aréchiga et al., 1998a).

Estudios analizando la información obtenida en establos lecheros de los estados de Florida y Georgia de los Estados Unidos de América (De Vries, 2007), consideran que una preñez cuesta aproximadamente \$550 dls., y una vaquilla de reemplazo cuesta \$1,600 dls., y el servicio o la inseminación cuesta aproximadamente 16 dls. Estos datos pudieran darnos una idea somera de las enormes pérdidas económicas que genera un manejo reproductivo deficiente (Hansen y Aréchiga, 1999).

Aunado a estos costos y pérdidas, los problemas de fertilidad son la causa principal de desecho de vacas altas productoras, debido a un incremento en el intervalo entre partos, lo que conlleva a pérdidas económicas al productor lechero (De Vries, 2007). En ruminantes, como en otros animales, los carotenos, principalmente el β -caroteno son precursores de retinol, es decir vitamina A, uno de las principales funciones del retinol es influenciar la actividad reproductiva, por lo que su deficiencia puede reducir la eficiencia reproductiva en ganado lechero (Noziere, *et al.*, 2006). De igual manera se afecta la actividad ovárica y se incrementa la tasa de abortos (Hurley y Doane, 1989). El β -caroteno está presente en altas concentraciones en el cuerpo lúteo, dando al cuerpo lúteo su característica de color amarillo a naranja brillante (similar al de la zanahoria), y es necesario para la óptima producción de hormonas esteroides. El β -caroteno se transporta normalmente al ovario en el componente lipídico de las proteínas de alta densidad en el bovino (Arikan *et al.*, 2002).

Actualmente se sabe que el β -caroteno penetra en el folículo ovárico (Espinoza-Villalobos et al., 2007), mejorando su calidad y participando como un precursor de la vitamina A. Sin embargo, su mecanismo de acción parece ser independiente a la vitamina A, también puede actuar mejorando considerablemente la fertilidad, reduciendo el intervalo entre partos, y protegiendo las mucosas. Se recomienda una complementación alimenticia de 300 a 500 mg/vaca/día en vacas lactantes principalmente desde un mes antes de la fecha esperada de parto hasta que la vaca vuelva a quedar gestante. En becerras de cría se recomienda suministrar 100 mg/becerra/día en el sustituto de leche, preferentemente durante el primer mes de vida (Rovimix[®], DMS Nutritional Products, Switzerland).

Por todo ello, resulta imperativo evaluar la efectividad del β -caroteno en la mejora de los procesos productivos y reproductivos del ganado lechero y valorar si la complementación alimenticia del β -caroteno en vacas lecheras influye positivamente en algunos parámetros reproductivos como el intervalo entre partos y una reducción en las vacas eliminadas del

hato por problemas reproductivos, y determinar el impacto económico de éstas alternativas en el manejo de la vaca lechera y/o en el desarrollo de las becerras de recría y el costo-beneficio que redunde en mayores ingresos para los productores de leche.

ESTRATEGIAS POSIBLES PARA MITIGAR EL ESTRÉS CALÓRICO E INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD

A) ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DEL ESTRÉS CALÓRICO

- 1) Proporcionar un mayor confort y enfriamiento estratégico.
Es importante monitorear los lugares que predisponen a que la vaca sufra de estrés calórico en el establo. Ello se puede realizar con la ayuda de un sensor de temperatura colocado en un dispositivo intravaginal como el CIDR (controlled intravaginal device releaser) y darle seguimiento a que horas del día y en que lugar los animales padecen más severamente el estrés calórico. Identificar esto, permitirá establecer prácticas de manejo que prevengan o reduzcan los efectos adversos del estrés calórico.
- 2) Proporcionar acceso libre e ilimitado a los bebederos con agua limpia y fresca.
- 3) Controlar los tiempos en corrales y línea de espera para la ordeña.
- 4) Controlar los tiempos del ganado en las trampas.
- 5) Revalorar el uso del THI (temperatura-humidity index) con la vaca moderna.

B) ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN

- 1) Incrementar la frecuencia en el No. de alimentaciones y/o provisión de alimentos para incrementar el consumo de materia seca.
- 2) Proporcionar el alimento durante los periodos menos calurosos del día.
- 3) Incrementar la proporción de humedad en el alimento de 35-40% hasta un 45-50%.
- 4) Evitar el uso excesivo de granos en la formulación de raciones.
- 5) Prevenir la acidosis ruminal y enfermedades afines al periparto.
- 6) Proveer carbonato (HCO_3) para controlar el pH ruminal
- 7) Proveer grasa en las raciones (inerte o de sobrepaso) para contar con energía pero sin un efecto térmico negativo colateral.
- 8) Elevar la producción de precursores de la glucosa (propionato)
- 9) Proveer monensina para incrementar los niveles de propionato.
- 10) DCAD 20-30 meq/100g de MS.
- 11) Proveer suficiente potasio (K) en la dieta, al igual que Na^+ y Mg^+ (competidores con el K).

C) ESTRATEGIAS DE MANEJO REPRODUCTIVO

- 1) Eficientar la detección de estros en las vacas lecheras.
- 2) Implementar métodos auxiliares en la detección del estro.
- 3) Practicar la inseminación artificial (IA) y no la monta natural ya que el semen se afecta durante temporadas con temperaturas elevadas.

- 4) Implementar protocolos de inseminación a tiempo fijo (IAP, ovsynch, co-synch, presynch, etc.).
- 5) Aplicación de GnRH durante el estro para asegurar una mayor ovulación.
- 6) El estado nutricional de los animales afecta a la función reproductiva. El problema radica en saber cómo y en qué niveles de nutrición se altera la función reproductiva de las vacas altamente productoras de leche. Una mala nutrición puede deberse a una inadecuada densidad de nutrientes en la dieta, una inadecuada cantidad en el suministro de la dieta, y/o a un acceso insuficiente del animal a la dieta.
- 7) Administración de Niacina en la dieta para incrementar la sudoración y reducir la temperatura corporal de la vaca lechera (Zimbelman et al., 2008).
- 8) Administración en la dieta de aditivos alimenticios que aumentan la disipación del calor y reducen la temperatura corporal de la vaca lechera (Huber et al., 1994).
- 9) Administración de ácidos grasos insaturados en la dieta para modificar la composición lipídica de los ovocitos (ovinos) y mejorar la termotolerancia (Zeron et al., 2002).
- 10) Incrementar la provisión de antioxidantes (vitamina E y selenio, beta-caroteno, glutatión, vitamina C, vitamina A, etc).
- 11) Administración de selenio orgánico, principalmente en forma de levadura (Harms, 2009).

Los desórdenes metabólicos antes del parto, tienen un efecto residual que impiden la función reproductiva debido a que las vacas sufrieron previamente un balance energético negativo severo. Por lo tanto es necesario mantener un buen manejo nutricional, así como de un buen manejo del hato en general si queremos tener un buen manejo reproductivo. Este aspecto del manejo de los establos se ha ido convirtiendo en un aspecto crítico conforme el valor genético existente en una población de vacas lecheras se incrementa. En otras palabras, existe un potencial de producción enorme en la base genética del ganado lechero, pero el reto a largo plazo consistirá en manejar adecuadamente y a su máxima expresión dichos hatos lecheros sin dejar de tomar en cuenta el potencial genético de las vacas lecheras de cada hato en particular y sin olvidar que la producción lechera es importante y por lo mismo los animales deberán gestarse en el momento requerido para que sigan produciendo leche en la lactancia siguiente. Los antioxidantes pudieran ser una alternativa nutricional que pudiera influir en incrementar la función reproductiva. Sin embargo, existe mucha variabilidad en los resultados de los estudios realizados y en los productos comerciales para ofrecer terapias antioxidantes.

Debemos de tomar en cuenta que muchos de estos estudios fueron realizados en condiciones de insuficiencia alimenticia del animal o que fueron realizados con vacas lecheras en las que la producción de leche no alcanzaba los niveles actuales de exagerada producción. Una mayor producción de leche, va a requerir de un mayor gasto metabólico y una mayor producción de radicales libres que pudieran indicar que es necesaria la inclusión de niveles mayores de suplementación de antioxidantes en la dieta de las vacas lecheras, especialmente si las vacas se encuentran experimentando estrés calórico.

Se requiere de un mayor énfasis en la investigación para definir el efecto benéfico de los antioxidantes en la dieta, vías óptimas de administración y su función en las vacas altamente productoras y que reciben la aplicación de compuestos que estimulan un mayor gasto metabólico para una mayor producción de leche, como sería el caso de la somatotropina bovina (STB), o la explotación de las vacas lecheras en medio ambientes de menor confort para el animal como serían los lugares tropicales o áridos y que cada vez más se incrementa esta tendencia, trasladando a los establos a climas calurosos (ej. La Laguna) y/o húmedos (Sureste) que originan el estrés calórico en las vacas lecheras a temperaturas climáticas superiores a los 25° C, y por consecuencia originan un mayor gasto metabólico para disipar ese calor corporal y una mayor producción de agentes oxidantes y radicales libres.

CONCLUSIÓN

La provisión de sistemas de enfriamiento continúa siendo la manera más efectiva y rentable de mejorar la eficiencia productiva y reproductiva de la vaca lechera expuesta a condiciones de estrés calórico. El periodo seco de la vaca lechera se convierte en un periodo estratégico para proporcionar enfriamiento e incidir sobre la función productiva y reproductiva durante el postparto. Es imperativo establecer estrategias que permitan una solución con enfoque integral para reducir ó mitigar los efectos adversos del estrés calórico sobre la función productiva y reproductiva de la vaca lechera. El presente trabajo enumera tres posibles estrategias: 1) Mayor nivel y periodo de enfriamiento; 2) Ajustes en las raciones y provisión de antioxidantes y otros micronutrientes. 3) Modificar los protocolos reproductivos.

El propósito sería buscar alternativas para incrementar la rentabilidad de la producción lechera al mejorar la eficiencia productiva y reproductiva de la vaca lechera pero procurando niveles aceptables de salud, bienestar y confort animal mediante el apoyo de los sistemas de enfriamiento (sombras, rociadores, aspersores, ventiladores, nebulizadores) y el uso potencial de micronutrientes como los antioxidantes.

Finalmente, una adecuada terapia de antioxidantes como el β -caroteno, vitamina E y/o selenio, glutaniona, o taurina pudieran ser una alternativa para incrementar la fertilidad y la salud del ganado lechero. Sin embargo, es importante valorar el costo-beneficio efectivo en la implementación de dichas terapias en el ganado lechero.

LITERATURA CITADA

- Ahlswede L, Lotthammer KH. 1978. Untersuchungen über eine spezifische Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β -carotins auf die Fertilität des Rindes. 5. Mitt.: Organuntersuchungen-gewichtsunnd gehaltsbestimmungen. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 85:7.
- Aitken RJ. 1994. A free radical theory of male infertility. *Reprod. Fertil. Dev.* 6:19.
- Akordor FY, Stone JB, Walton JS, Leslie KE, Buchanan-Smith JG. 1986. Reproductive performance of lactating Holstein cows fed supplemental β -carotene. *J. Dairy Sci.* 69:2173.
- Aréchiga CF, Ealy AD, Hansen PJ. 1994a. Efficacy of vitamin E and glutathione for thermotolerance of murine morulae. *Theriogenology* 41:1545.

- Aréchiga CF, Ealy AD, Hansen PJ. 1995. Evidence that glutathione is involved in thermotolerance of preimplantation murine embryos. *Biol. Reprod.* 52:1296.
- Aréchiga CF, Hansen PJ. 1998. Response of preimplantation murine embryos to heat shock as modified by developmental stage and glutathione status. *In Vitro Cellular Developmental Biology* 34:655.
- Aréchiga CF, Ortíz O, Hansen PJ. 1994b. Effect of prepartum injection of vitamin E and selenium on postpartum reproductive function of dairy cattle. *Theriogenology* 41:1251.
- Aréchiga CF, Staples CR, McDowell LR, Hansen PJ. 1998a. Effects of timed insemination and supplemental β -carotene on reproduction and milk yield of dairy cows under heat stress. *Journal of Dairy Science* 81:390.
- Aréchiga CF, Vázquez-Flores S, Ortiz O, Hernández-Cerón J, Porras A, McDowell LR, Hansen PJ. 1998b. Effect of injection of β -carotene or vitamin E on fertility of lactating dairy cows. *Theriogenology* 50:65.
- Arikan S, Rodway RG. 2000a. Effects of high density lipoprotein containing high or low β -carotene concentrations on progesterone production and β -carotene uptake and depletion by bovine luteal cells. *Anim Reprod Sci.* 62:253-263.
- Arikan S, Rodway RG. 2000b. Effect of cyclodextrin-encapsulated β -carotene on progesterone production by bovine luteal cells. *Anim Reprod Sci.* 64:149-160.
- Arikan S, Sands HS, Rodway RG, Batchelder DN. 2002. Raman spectroscopy and imaging of β -carotene in live corpus luteum cells. *Anim Reprod Sci.* 71:249-266.
- Ascarello I, Edelman Z, Rosenberg M, Folman Y. 1985. Effect of dietary carotene on fertility of high-yielding dairy cows. *Anim. Prod.* 40:195.
- Ashes JR, Burley RW, Davenport JB, Sidhu GS. 1982. Effect of dietary supplements of protected lipids on the concentration and transport of β -carotene and cholesterol in bovine blood and milk: unusual chromatographic behaviour of the high density lipoproteins with high levels of β -carotene. *J Dairy Sci* 49:39-49.
- Avendaño-Reyes L, Alvarez-Valenzuela FD, Correa-Calderón A, Saucedo-Quintero JS, Robinson PH, Fadel JG. 2006. Effect of cooling Holstein cows during the dry period on postpartum performance under heat stress conditions. *Livestock Sci.* 105:198-206.
- Bauman DE, Currie WB. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J Dairy Sci* 63:1514.
- Bell AW, Slepetic R, Ehrhardt RA. 1995. Growth and accretion of energy and protein in the gravid uterus during late pregnancy in Holstein cows. *J Dairy Sci* 78:1954.
- Bendich A. 1989a. Carotenoids and the immune response. *The Journal of Nutrition.* 112-115.
- Bendich A. 1989b. Symposium conclusions: biological actions of carotenoids. *The Journal of Nutrition.* 135-136.
- Bilby TR, Baumgard LH, Collier RJ. 2009. Manejo del Estrés por Calor para Mejorar los Parámetros Reproductivos en las Vacas Lecheras Lactantes. *Memorias de El Simposium Lechero Internacional.* Aguascalientes, Ags. México. pp. 40-49.
- Bindas EM, Gwazdauskas FC, Aiello RJ, Herbein JH, McGilliard ML, Polan CE. 1984a. Reproductive and metabolic characteristics of dairy cattle supplemented with β -carotene. *J. Dairy Sci.* 67:1249.
- Bindas EM, Gwazdauskas FC, McGilliard ML, Polan CE. 1984b. Progesterone responses to human chorionic gonadotropin in dairy cattle supplemented with β -carotene. *J. Dairy Sci.* 67:2978.
- Bonomi A, Quarantelli A, Sabbioni A, Superchi P. 1994. L'integrazione delle razioni per le bovine da latte con β -carotene in forma rumino-protetta. Effetti sull'efficienza produttiva e riproduttiva: contributo sperimentale. *Riv. Soc. Ital. Sci. Alliment.* 23:233.
- Burton GW. 1989. Antioxidant action of carotenoids. *The Journal of Nutrition* 109-111.
- Burton GW, Ingold KU. 1984. Beta-carotene: an unusual type of lipid antioxidant. *Science* 224:569-573.
- Carlson JC, Wu XM, Sawada M. 1993. Oxygen radicals and the control of ovarian corpus luteum function. *Free Rad. Biol. Med.* 14:79.
- Chew BP. 1993. Role of carotenoids in the immune response. *J. Dairy Sci.* 76:2804.
- Chew BP, Holpuch DM, O'Fallon JV. 1984. Vitamin A and beta-carotene in bovine and porcine plasma, liver, corpora lutea, and follicular fluid. *J Dairy Sci* 67:1316.
- Collier RJ, Dahl GE, VanBaale MJ. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *J Dairy Sci.* 89:1244-1253.
- Daniel LR, Chew BP, Tanaka TS, Tjoelker LW. 1991. In vitro effects of beta-carotene and vitamin A on peripartum bovine peripheral blood mononuclear cell proliferation. *J. Dairy Sci.* 74:911.
- Dargel R. 1992. Lipid peroxidation - a common pathogenetic mechanism. *Exp. Toxicol. Pathol.* 44:169.
- De Vries A. 2009. To keep or cull a cow: an economic decision. 2009 Joint Annual Meeting. Montreal, Quebec, Canada. Abstr.
- De Vries A. 2007. The Economic value of reproduction in dairy cattle. Western Dairy Management Conference. Reno NV.
- De Vries A, Risco CA. 2005. Trends and seasonality of reproductive performance in Florida and Georgia dairy herds from 1976 to 2002. *J Dairy Sci.* 88:3155-3165.
- Di Mascio P, Murphy ME, Sies H. 1991. Antioxidant defense systems: the role of carotenoids, tocopherols and thiols. *Am. J. Clin. Nutr.* 53:194S.

- Ducker MJ, Yarrow NH, Bloomfield GA et al. 1984. The effect of beta-carotene on the fertility of dairy heifers receiving maize silage. *Anim. Prod.* 39:9.
- Ealy AD, Aréchiga CF, Bray DR, Risco CA, Hansen PJ. 1994. Effectiveness of short-term cooling and vitamin E for alleviation of infertility induced by heat stress in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77:3601.
- Ealy AD, Howell JL, Monterroso VH, Aréchiga CF, Hansen PJ. 1995. Developmental changes in sensitivity of bovine embryos to heat shock and use of antioxidants as thermoprotectants. *J. Anim. Sci.* 73:1401.
- Eicher SD, Morrill JL, Blecha F. 1994. Vitamin concentration and function of leukocytes from dairy calves supplemented with vitamin A, vitamin E, and beta-carotene in vitro. *J. Dairy Sci.* 77:560.
- Escher HH. 1913. Über den Farbstoff des Corpus luteum. *Z. Physiol. Chem.* 83:198.
- Espinoza-Villavicencio JL, Ortega-Pérez R, Palacios-Espinosa A, Valencia-Méndez J, Aréchiga-Flores CF. 2007. Crecimiento folicular ovárico en animales domésticos: una revisión. *Interciencia* 32:93-99.
- Flohé L, Günzler WA. 1976. Glutathione-dependent enzymatic oxidoreduction reactions. In: Arias IM, Jakoby WB. (eds.), *Glutathione: Metabolism and Function*. New York: Raven Press; p. 17.
- Folman Y, Ascarelli I, Kraus D, Barash H. 1987. Adverse effect of β -carotene in diet on fertility of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 70:357.
- Freeman BA, Crapo JD. 1982. Biology of disease. Free radicals and tissue injury. *Lab. Invest.* 47:412.
- Fujitani Y, Kasai K, Ohtani S, Nishimura K, Yamada M, Utsumi K. 1997. Effect of oxygen concentration and free radicals on in vitro development of in vitro-produced bovine embryos. *J. Anim. Sci.* 75:483.
- Fulbert JC, Cals M-J. 1992. Les radicaux libres en biologie clinique: origine, rôle pathogène et moyens de défense. *Pathol. Biol.* 40:66.
- Goff JP. 2006. Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *J Dairy Sci.* 89:1292-1301.
- Graves-Hoagland RL, Hoagland TA, Woody CO. 1988. Effect of β -carotene and vitamin A on progesterone production by bovine luteal cells. *J. Dairy Sci.* 71:1058.
- Gwazdauskas FC, Bibb TL, McGilliard ML, Lineweaver JA. 1979. Effect of prepartum selenium-vitamin E injection on time for placenta to pass and on productive functions. *J. Dairy Sci.* 62:978.
- Hahn GL. 1985. Management and housing of farm animals in hot environments. In: Yousef M. (ed.). *Stress Physiology in Livestock Vol 2*. CRC Press, Boca Raton, FL. USA. Pp. 151-174.
- Hansen, P. J. 2005. Managing the heat stressed cow to improve reproduction embryo transfer as a tool to improve pregnancy rate. Proceeding of the 7th Western Dairy Management Conference. March 9-11. Reno, NV.
- Hansen, P. J. 2007a. Exploitation of genetic and physiological determinants of embryonic resistance to elevated temperature to improve embryonic survival in dairy cattle during heat stress. *Theriogenology* 68:242-249.
- Hansen, P. J. 2007b. To be or not to be. Determinants of embryo survival following heat shock. *Theriogenology* 68:40-48.
- Hansen PJ, Aréchiga CF. 1999. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *J Anim Sci.* 77:(2)36-50/*J Dairy Sci* 82:(2)36-50.
- Harms C. 2009. Efecto del selenio en el sistema reproductivo de vacas lecheras. *Memorias de El Simposio Lechero Internacional*. Aguascalientes, Ags. Mexico. Pp. 95-100.
- Harrison JH, Conrad HR. 1984. Selenium content and glutathione peroxidase activity in tissues of the dairy cow after short-term feeding. *J. Dairy Sci.* 67:2464.
- Hemken RW, Bremel DH. 1982. Possible role of beta-carotene in improving fertility in dairy cattle. *J Dairy Sci* 65:1069.
- Hidiroglou M, McAllister AJ, Williams CJ. 1987. Prepartum supplementation of selenium and vitamin E to dairy cows: assessment of selenium status and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 70:1281.
- Hurley WL, Doanne RM. 1989. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. *J Dairy Sci.* 72:784-804.
- Kappel LC, Ingraham RH, Morgan EB, Dixon JM, Zeringue L, Wilson D, Babcock DK. 1984. Selenium concentrations in feeds and effects of treating pregnant Holstein cows with selenium and vitamin E on blood selenium values and reproductive performance. *Am. J. Vet. Res.* 45:691.
- Kawashima C, Kida K, Schweigert FJ, Miyamoto A. 2008. Relationship between plasma β -carotene concentrations during the peripartum period and ovulation in the first follicular wave postpartum in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* doi:10.1016/J.Anireprosci. 2008.02.008.
- Loeffler SH, De Vries MJ, Schukken YH. 1999. The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows. *J Dairy Sci.* 82:2589-2604.
- Lotthammer KH, Schams D, Scholtz H. 1978. Untersuchungen über eine spezifische, vitamin-A-unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Fruchtbarkeit von laktierenden Kühen. *Zuchtgiene* 13:76.
- Loven DP. 1988. A role for reduced oxygen species in heat induced cell killing and the induction of thermotolerance. *Med. Hypotheses* 26:39.
- Lozano, D.R., P.C. Vásquez, and P.E. González. 2005a. Effect of heat stress and its interactions with other management and productive variables on pregnancy rate in dairy cows in Aguascalientes, México. *Vet. Mex.* 36:245-260.

- Lozano-Domínguez RR, Asprón-Pelayo MA, Vásquez-Peláez CG, González-Padilla E, Aréchiga CF. Effect of heat stress on embryos obtained from superovulated cows and pregnancy rates in recipient cows. *J. Dairy Sci.* (submitted).
- Margolin Y, Aten RF, Behrman HR. 1990. Antigonadotropic and antisteroidogenic actions of peroxide in rat granulosa cells. *Endocrinology* 127:245.
- Markusfeld O. 1993. Parturition disease complex of the high yielding dairy cow. *Acta Vet Scand* 89:9.
- McCay PB, King MM. 1980. Vitamin E: its role as a biologic free radical scavenger and its relationship to the microsomal mixed-function oxidase system. In: Machlin LJ (ed.), *Vitamin E: A Comprehensive Treatise*. New York: Marcel Dekker Inc.; p. 289.
- Meyer H, Ahlswede L, Lothammer KH. 1975. Studies on a specific, vitamin A-unrelated effect of β -carotene on the fertility of cattle. I. Methods, body development and ovary function. *Deutsche Tierarz. Wochens.* 82:444.
- Miettinen PVA. 1990. Metabolic balance and reproductive performance in Finnish dairy cows. *J Vet Med Series A.* 37:417.
- Morales-Gamazo MV. 2008. Consideraciones prácticas sobre el uso de β -caroteno en el control reproductivo del ganado lechero. *Frisona Española* 163:90-93.
- Niki E, Noguchi N, Tsuchihashi H, Gotoh N. 1995. Interaction among vitamin C, vitamin E, and beta-carotene. *Am. J. Clin. Nutr.* 62:1322S.
- Noziere P, Graulet B, Lucas A, Martin B, Grolier P, Doreau M. 2006 Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. *Animal Feed Science and Technology*, 131418-450.
- O'Shaughnessy PJ, Wathes DC. 1988. Bovine luteal cell activity in culture. Maintenance of steroidogenesis by high density lipoprotein containing high or low beta-carotene concentrations. *Anim Reprod Sci.* 17:165-176.
- Rakes AH, Owens MP, Britt JH, Whitlow LW. 1985. Effects of adding beta-carotene to rations of lactating cows consuming different forages. *J. Dairy Sci.* 68:1732.
- Rodríguez-Martínez R., Robles-Trillo PA, Castillo G, Bañuelos-Valenzuela R. Arechiga CF. 2002. Effect of β -carotene supplementation on milk yield and reproductive function of Holstein cows exposed to heat stress in a semiarid environment in northern Mexico. *J. Dairy Sci. Suppl.* 1. (Abstr.).
- Roth Z, Arav A, Bor A, Zeron Y, Braw-Tal R, Wolfenson D. 2001. Improvement of quality oocytes collected in the autumn by enhanced removal of impaired follicles from previously heat-stressed cows. *Reproduction* 122:737-744.
- Schingoethe DJ, Kirkbride CA, Palmer IS, Owens MJ, Tucker WL. 1982. Response of cows consuming adequate selenium to vitamin E and selenium supplementation prepartum. *J. Dairy Sci.* 65:2338.
- Schultz G, Hortsmann G, Anwandter C, Grunert E. 1974. β -carotin und Progesterongehalt der Corpora lutea des Rindes nach Weide- und Stallfütterung. *Zeitschr. Tierphysiol. Tiernahrung Futtermittelk.* 33:214.
- Schweigert FJ, Buchholz I, Schuhmacher A, Gropp J. 2001. Effect of dietary β -carotene on the accumulation of β -carotene and vitamin A in plasma and tissues of gilts. *Reprod. Nutr. Dev.* 41:47-55.
- Segerson EC Jr, Murray FA, Moxon AL, Redman DR, Conrad HR. 1977. Selenium/vitamin E: role in fertilization of bovine ova. *J. Dairy Sci.* 60:1001.
- Shaw DW, Farin PW, Washburn SP, Britt JH. 1995. Effect of retinol palmitate on superovulation rate and embryo quality in superovulated cattle. *Theriogenology* 44:51.
- Sklan D. 1983. Carotene cleavage activity in the corpus luteum of cattle. *Int. J. Vit. Nutr. Res.* 53:23.
- Smith OB, Akinbamijo OO. 2000. Micronutrients and reproduction in farm animals. *Anim Reprod Sci.* 60-61:549-560.
- Stowe HD, Thomas JW, Johnson T, Marteniuk JV, Morrow DA, Ullrey DE. 1988. Responses of dairy cattle to long-term and short-term supplementation with oral selenium and vitamin E. *J. Dairy Sci.* 71:1830.
- Thatcher WW, Silvestre FT, Bilby TR, Staples CR. 2007. Nutraceutical regulation of reproductive function in lactating dairy cows during heat stress. 22nd Annual Southwest Nutrition & Management Conference. Tempe, AZ. USA.
- Tomlinson DJ, Socha MT, DeFrain JM. 2009. Relación entre nutrición, inmunidad y reproducción en el ganado lechero. *Memorias de El Simposio Lechero Internacional*. Aguascalientes, Ags. Mexico. Pp. 67-76.
- Trout JP, McDowell LR, Hansen PJ. 1998. Characteristics of the estrous cycle and antioxidant status in lactating Holstein cows exposed to heat stress. *J. Dairy Sci.* 81:1244-1250.
- Urdaz JH, Overton MW, Moore DA, Santos JEP. 2006. Technical Note: Effects of adding shade and fans to a feedbunk sprinkler system for preparturient cows on health and performance. *J. Dairy Sci.* 79:1950-1953.
- Vargas-Beltrán F. 2004. La suplementación de beta-caroteno y su efecto sobre la actividad ovárica y las concentraciones séricas de la hormona luteinizante e insulina en cabras. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo (URUZA), Bermejillo, Dgo.
- Wang JY, Larson LL, Owen FG. 1982. Effect of beta-carotene supplementation on reproductive performance of dairy heifers. *Theriogenology* 18:461-473.
- Whaley SL, Hedgpeth VS, Britt JH. 1997. Evidence that injection of vitamin A before mating may improve embryo survival in gilts fed normal or high-energy diets. *J. Anim. Sci.* 75:1071.
- Wiersma F, Armstrong DV. 1988. Evaporative cooling dry cows for improved performance. *ASAE paper No.* 88-4053, St. Joseph, MI.
- Youn YK, La Londe C, Demling R. 1991. Use of antioxidant therapy in shock and trauma. *Circ. Shock* 35:245.

- Young FM, Luderer WB, Rodger RJ. 1995. The antioxidant β -carotene prevents covalent cross-linking between cholesterol side-chain cleavage cytochrome P₄₅₀ and its electron donor, adrenodoxin, in bovine luteal cells. *Mol. Cell. Endocrinol.* 109:113.
- Zeron Y, Sklan D, Arav A. 2002. Effect of polyunsaturated fatty acid supplementation on biophysical parameters and chilling sensitivity of ewe oocytes. *Mol. Reprod. Dev.* 61:271-278.
- Zimelman RB, Collier RJ, Bilby TR. 2008. Effect of encapsulated niacin on resistance to acute thermal stress in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* (Suppl. 1: Abstr.).

UTILIZING REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES AND ENVIRONMENTAL MODIFICATIONS TO IMPROVE FERTILITY DURING SUMMER IN DAIRY CATTLE

Todd R. Bilby, Ph.D.

Texas AgriLife Research and Extension, Texas A&M System, Stephenville, USA

Introduction

Heat stress (HS) negatively impacts all aspects of dairy cattle production. Milk production decline and reproduction losses during the summer substantially impact the economic potential of dairy farms. Factors such as global warming, population growth in more temperate climates, and an increase in number of food production animals in hotter climates further increases the susceptibility of the dairy industry to HS related issues (Hulme, 1997; Roush, 1994). The annual economic impact of HS on American animal agriculture has been estimated at \$2 billion, with the dairy industry alone accounting for \$900 million of this loss. Heat stress occurs over a wide combination of solar radiation levels, ambient temperatures, and relative humidity. This is further aggravated by increased metabolic heat production due to greater consumption in dry matter intake which is assumed to elevate the sensitivity of the lactating dairy cow to HS. The dairy industry continues to focus on selecting for production traits which, in turn, may increase the dairy cow's susceptibility to HS further intensifying the summer decline in milk production and reproduction. In addition, selecting for milk yield reduces the thermoregulatory range of the dairy cow (Berman et al., 1985). Breeds predominantly used in the U.S. dairy industry were developed in temperate climates, and are most productive between the temperatures of 41 and 59° F. Cows experience a loss in production when temperatures increase from 59 to 77° F (Hahn, 1985). However, dramatic reductions are observed when the temperature exceeds 77° F. Consequently, strategies should be initiated to lessen the severity of HS on both reproduction and milk production to improve cow performance and farm profitability.

Interrelationships of heat stress and reproduction

As mentioned earlier, genetic selection for milk production has increased metabolic heat output per cow. This has considerably increased the lactating dairy cows' susceptibility to HS. In addition, the first several days to weeks following calving, the cow is vulnerable to infectious diseases and metabolic disorders. These stress factors, coupled with physiological, nutritional, and environmental changes occurring at calving, can reduce reproductive performance.

Estrous activity, hormone function and follicular development

Heat stress reduces the length and intensity of estrus. For example, in summer, motor activity and other manifestations of estrus are reduced (Hansen and Arechiga, 1999) and incidence of anestrus and silent ovulations are increased (Gwazdauskas et al., 1981). Nebel et al. (1997) reported that Holsteins in estrus during the summer had 4.5 mounts vs. 8.6 mounts/estrus for those in winter. One possible reason for the reduction in

expression of estrus observed during HS is from reduction in physical activity, as a response to limit heat production.

On a commercial dairy in Florida, undetected estrous events were estimated at 76 to 82 % during June through September compared to 44 to 65 % during October through May (Thatcher and Collier, 1986). Another possible reason for reduced estrous expression are from suppressed endocrine hormones such as luteinizing hormone and estradiol, important for follicle growth and triggering estrous behavior (Rensis and Scaramuzzi, 2003). Seasonal studies report lower steroid concentrations in the follicular fluid obtained from large follicles during the hot season associated with reduced viability of granulosa cells and impaired aromatase activity (Badinga et al., 1993; Wolfenson et al., 1995). In a study by Wolfenson et al. (1997), androstenedione production by thecal cells was reduced and low estradiol concentrations were observed in follicular fluid collected from dominant follicles during during autumn. Authors concluded alteration of steroidogenic capacity induced by HS carry over to the final stages of follicle development. In addition, Roth et al. (2000) observed decreased estradiol and androstenedione production from granulosa and thecal cells obtained from follicles 3 to 4 wk after acute HS. In a similar study, low concentrations of estradiol were observed in the follicular fluid of cows during summer which increased throughout autumn (Roth et al., 2004).

Heat stress impairs follicle selection and increases the length of follicular waves; thus reducing the quality of oocytes and modulating follicular steroidogenesis (Roth et al., 2001). Summer HS has been shown to increase the number of subordinate follicles, while reducing the degree of dominance of the dominant follicle, and decreasing inhibin and estrogen levels (Wolfenson et al., 1995; Wilson et al., 1998). In another experiment, Wolfenson et al. (1995) detected a tendency for reduction in plasma inhibin concentrations in HS lactating dairy cows and Paltra et al. (1997) observed similar results for cyclic water buffaloes. Subsequently, exposure of lactating dairy cows to HS during an entire estrous cycle induced a 50 % increase in the number of large (>10 mm) follicles during the first follicular wave (Wolfenson et al., 1995). Also, a similar result was observed in heat stressed heifers during d 17 – 21 of the estrous cycle (Wilson et al., 1998). This may account for the increase in twinning rate following insemination of cows during the summer, in that increases in the number of large follicles occur in summer compared with winter months (Ryan and Boland, 1991). Summer HS reduces follicular dominance allowing more than one dominant follicle to develop explaining the increased twinning seen in summer months. As explained earlier, the follicle destined to ovulate emerges 40-50 d prior to ovulation. Therefore, HS occurring at anytime during this period can compromise follicular growth and steroidogenic capacity. In addition, either due to direct actions of elevated temperature or alterations of follicular function, the oocyte has potential to be compromised. Further investigation is warranted to ascertain HS effects on the endocrine system and subsequent follicle and oocyte growth.

Oocytes, Fertilization and Early Developing Embryos

During summer, HS reduces pregnancy and conception rates which can carry-over into the fall months (Wolfenson et al., 2000). Presently, it is not known at what stage in follicular development that HS damages the ovarian follicle and/or oocyte. This

may be an important area for future investigation, since the negative effects of HS on the ovary is comparable to negative effects on the testis in which a time lag of 40 -50 d is required before completion of the spermatogenic cycle leading to the production and ejaculation of new sperm that were not damaged by HS. A comparable time lag for recovery in the female ovary/oocyte most likely accounts for a considerable portion of the delay in restoration of fertility seen well into the fall (Roth et al., 2001). Oocytes obtained from dairy cows during the summer HS period had reduced developmental competence in vitro (Rocha et al., 1998). Rutledge et al. (1999) also reported a decrease in the number of Holstein oocytes that developed to the blastocyst stage during July and August compared to cooler months. In both of these studies, fertilization rate was not affected by season, but the lower development following fertilization during summer was indicative of oocyte damage. In contrast, Sartori et al., (2002) showed a significant reduction in the summer for fertilization rate, embryo quality, and nuclei/embryo in lactating cows versus nulliparous heifers. When superovulated donor heifers were exposed to HS for 16 h beginning at the onset of estrus, there was no effect on fertilization rate. However, there were a reduced number of normal embryos recovered on d 7 after estrus (Putney et al., 1988a). This illustrates that a brief HS can still affect oocyte competence within the preovulatory follicle. In addition, exposure of cultured oocytes to elevated temperatures during maturation decreased cleavage rate and the proportion of oocytes that became blastocysts (Edwards and Hansen, 1997). Effects of HS on the developing and ovulated oocyte could significantly impact growth and quality of the subsequent embryo contributing to the increased amount of embryo loss observed in lactating dairy cattle.

Heat stress can also affect the early developing embryo. When HS was applied from d 1 to 7 after estrus there was a reduction in quality and development of embryos flushed from the reproductive tract on d 7 after estrus (Putney et al., 1989). In addition, embryos collected from superovulated donor cows in summer months were less able to develop in culture than embryos collected from superovulated cows during fall, winter, and spring months (Monty and Racowsky, 1987). Drost et al. (1999) demonstrated that transfer of in vivo produced embryos from cows in thermoneutral conditions increased pregnancy rate in HS recipient cows compared to that of HS cows subjected to AI. Embryos appear to have developmental stages in which they are more susceptible to the deleterious effects of HS as shown in vitro. In vitro HS at the 2- to 4-cell stage caused a larger reduction in embryo cell number than HS at the morula stage (Paula-Lopes and Hansen, 2002). An earlier study also observed that HS caused a greater reduction in embryo development when applied at the 2-cell stage than the morula stage (Edwards and Hansen, 1997) or at d 3 following fertilization than at d 4 (Ju et al., 1999). Utilizing techniques (i.e. embryo transfer) to bypass the critical stage at which embryos are most sensitive to HS can dramatically improve fertility as discussed in latter sections.

Latter Stages of Embryo Development

Not only can HS affect the oocyte and early embryo, it can also reduce embryo growth up to d 17, which is a critical time point for embryo production of interferon-tau. Adequate amounts of interferon-tau are critical for reducing pulsatile secretion of prostaglandin F₂ α ; thus blocking CL regression and maintaining pregnancy. Biggers et al. (1987) indicated that HS reduced weights of embryos recovered on d 17 from beef

cows. This reduction in embryo size was associated with reduced interferon-tau available to inhibit prostaglandin F2 α pulsatile secretion, which causes CL regression. Putney et al. (1988b) incubated embryos and endometrial explants obtained on d 17 of pregnancy at thermoneutral (39 °C, 24 h) or HS (39 °C, 6 h; 43 °C, 18 h) temperatures. The HS conditions decreased protein synthesis and secretion of interferon-tau by 71 % in embryos; however, endometrial secretion of prostaglandin F2 α and embryo secretion of prostaglandin E2 increased in response to HS by 72 %. Wolfenson et al. (1993) observed that secretion of prostaglandin F2 α was increased in vivo when heifers were exposed to high ambient temperatures. Collectively these studies demonstrate that both the embryo and uterine environment can be disrupted due to HS inhibiting the embryo's ability to secrete interferon-tau (signal to block CL regression) and maintain pregnancy and (or) manipulating production of important proteins from the uterine lining.

A reduction in the amount of growth factors due to an increased level of milk production and (or) decline in nutritional status due to HS, may reduce the amount of necessary embryotrophic growth factors. Secretion of embryotrophic growth factors into the uterine lumen may be controlled by nutritional status of the cow since embryo transfer pregnancy rates were reduced in recipients with low BCS (Mapletoft et al., 1986). Plasma concentrations of insulin, insulin-like growth factor-1, and glucose are decreased in summer compared to winter months; most likely due to low DMI and increased negative energy balance. This reduction in important growth factors and nutrients for reproduction hampers the embryo's ability for normal growth and production of interferon-tau. Bilby et al. (2006) reported that supplementing lactating dairy cows with recombinant growth hormone at the time of AI and 11 d later increased growth factors, conceptus lengths, interferon-tau production, and pregnancy rates in lactating dairy cows compared to cows without bST supplementation. Possibly increasing availability of important growth factors during HS may improve embryo growth and survival. This strategy combined with feeding by-pass fats enriched in EPA and DHA may benefit reproductive performance during summer HS (Bilby et al., 2006a). However, when using techniques such as improved nutrition or a pharmaceutical such as bST to improve embryo viability and growth in vivo, the inherent increase is shifted towards enhancing milk production at the expense of the reproductive organ, in turn, possibly masking the true benefits on fertility. Further studies are warranted to develop tools to target hormonal or nutrient delivery to the reproductive organ in order to improve fertility without losing the additional nutrients and hormones towards increased milk production.

Embryo loss is another important factor that effects fertility and is increased during HS. Dairy cows conceiving with singletons or twins are 3.7 and 5.4 times more likely to lose their embryo, respectively, during the hot versus cool season (Lopez-Gatius et al., 2004). In addition, the likelihood of pregnancy loss has been shown to increase by a factor of 1.05 for each unit increase in mean maximum temperature-humidity index (THI) from days 21 – 30 of gestation. Pregnancy losses with a maximum THI of 55, 55-59, 60-64, 65-69, and >69 were 0, 1, 2, 8 and 12 %, respectively (Garcia-Ispuerto et al., 2006). Interestingly is the maximum THI at which embryo loss dramatically increases which is from 60-64 to 65-69. This is much lower than the 72 THI threshold once

thought to be the threshold at which cows become heat stressed. This provides additional evidence that reproductive failure occurs at much earlier temperatures than once expected.

Placental and fetal development

When HS is imposed the last 2 -3 months of pregnancy, there are clear effects on placental function and endocrine parameters. Prepartum HS may decrease thyroid hormones and placental estrogen levels, while increasing non-esterified fatty acid concentrations in blood; all of which can alter growth of the udder and placenta, nutrients delivered to the unborn calf, and subsequent milk production (Collier et al., 1982a). Collier et al. (1982b) also reported that dairy cows experiencing HS during late gestation had calves with lower birth weights and produced less milk than cows not exposed to HS. This was associated with a reduction in circulating thyroxine, prolactin, growth hormone, and glucocorticoid concentrations. Other researchers have suggested that cooling prepartum cows may increase birth weights, improve colostrum quality, decrease calving related health disorders and increase subsequent milk production. (Avendano-Reyes et al., 2006; Wolfenson et al., 1988). Feed intake and metabolic rate are adversely affected by HS during the immediate prepartum period, and this may adversely affect the ability of the dairy cow to ramp up production postpartum.

Environmental modifications for improved reproduction

Prepartum cooling

An important period for proper cow comfort, often called the “dry period”, prior to calving in which cows are not producing milk to prepare for birth of a calf and start of a new lactation is critical. Traditionally, dry pregnant cows are provided little protection from HS because they are not lactating and it is incorrectly assumed they are less prone to HS. Additional stressors are imposed during this period due to abrupt physiological, nutritional, and environmental changes. These changes can increase the cows’ susceptibility to HS and have a critical influence on postpartum cow health, milk production and reproduction. Few studies have investigated effects of cooling dry cows on subsequent fertility postpartum. Florida researchers demonstrated that postpartum cows with shade during the dry period had increased blood levels of prostaglandin F metabolite, ovarian volume, diameter of the largest follicle and corpus luteum, and percentage of ovaries with a corpus luteum compared to cows with no shade (Lewis et al., 1984). However, days to first ovulation and estrus, days open, and services per conception were unaltered by prepartum HS. Another study also concluded that there was no difference in services per conception, days open, or days to first estrus for dry cows either with prepartum shade or no shade (Collier et al., 1982b).

Many studies reporting subtle effects of HS on subsequent fertility were published over 20 years ago when the average milk yield was much less than it is today. In addition, our cooling systems and knowledge of proper cooling (when, where, and to what extent) to reduce HS has increased substantially. A study conducted in Saudi Arabia on three different farms observed an improvement in peak milk production (41.3 vs. 39.6 kg), decreased services per conception (3.1 vs. 3.7 services), and reduced culling for reproductive failure (7.7 vs. 19 %) for dry cows evaporatively cooled compared with

shade only (Wiersma and Armstrong, 1988). More recently, Avendano-Reyes et al. (2006) concluded that cooling dry cows with shades, fans, and water spray versus cows with only shade decreased services per conception and days open, and increased milk yield during the postpartum period. In 2006, Urdaz et al. observed that dry cows with feed line sprinklers, fans and shade compared to cows with only feed line sprinklers had an increased 60 d milk yield with no difference in body condition score (BCS) changes, incidence of postparturient disorders, or serum nonesterified fatty acid concentrations. In this study, reproductive parameters were not measured; however, cooling dry cows with shades, fans, and sprinklers compared with only sprinklers improved total 60 d milk production by 185.5 lb/cow, and increased estimated annual profits by \$8.92/cow (based on milk only).

The problem of carry over effects from summer HS to fall fertility may be accentuated due to HS during the dry period. It is well known that a period of approximately 2 months is needed for low autumn fertility to be restored to the level prevailing in the winter. It takes approximately 40-50 d for antral follicles to develop into large dominant follicles and ovulate (Roth et al., 2001). If HS occurs during this time period both the follicle and oocyte inside the follicle become damaged. Once ovulation occurs, the damaged oocyte has reduced chances of fertilizing and developing into a viable embryo. Cooling dry cows may reduce HS effects on the antral follicle destined to ovulate 40-50 d later, which coincides with the start of most breeding periods, and possibly can increase first service conception rates.

The greatest opportunity to reduce the negative effects of HS during both the pre- and postpartum periods is through cooling. As mentioned above, cooling late gestation cows with feed line sprinklers, fans and shades proved to be beneficial for reducing services per conception, reproductive culls, days open, and increasing milk yield with a significant return on investment compared to cows with either shades alone or feed line sprinklers alone. (Wiersma and Armstrong, 1988; Avendano-Reyes et al., 2006; Urdaz et al., 2006). Further studies are warranted to understand opportunities for alleviating heat stress on dry cows and the benefits this may have on reproduction postpartum.

Geothermal cooling

Recent interests in heat abatement have been given to conductive cooling of lactating dairy cows (Collier et al., 2011). This novel approach was investigated by Bastain et al. (2010) which utilized water beds filled with chilled water as an alternative method for cooling dairy cows. However, authors noted water accumulation as condensation on the surface of the beds which could pose a significant health risk due to increased mastitis in lactating dairy cows. A novel approach similar to the waterbeds is currently being researched on geothermal cooling beds as heat exchangers placed 10 – 12 inches below sand or manure bedding in a freestall dairy facility. The geothermal cooling technology could utilize chilled water or ground water (depending on the temperature of water pumped from the ground) to pass through heat exchangers in order to lower the temperature of the bedding in which cows lay. This could increase heat exchange from the cow to the cooler surface overall lowering core body temperatures. This technology may be used in conjunction with current cooling technologies or to delay initiation of current cooling technologies which may represent a significant reduction in energy costs

and water consumption. Further studies are underway to examine the efficacy of geothermal cooling under different field conditions.

Modifications to reproduction programs

Natural service fertility

A majority of dairy producers still utilize natural service as a component of their reproductive program further accentuating the effects of HS on reproductive performance in dairy cattle. Heat stress significantly impairs natural service sires by effects on spermatogenesis and reduced libido. Semen quality decreases when bulls are continually exposed to ambient temperatures of 30 °C for 5 wk or 37.5 °C for 2 wk despite no apparent effect on libido. Heat stress decreases sperm concentration, lowers sperm motility, and increases percentage of morphologically abnormal sperm in an ejaculate. After a period of HS, semen quality does not return to normal for approximately 2 mo because of the length of the spermatogenic cycle, adding to the carry-over effect of HS on reproduction. However, the use of frozen-thawed conventional semen and AI, by-passes effects of heat stress on male fertility. For example, many dairy producers in the US use A.I. for a set number of breedings (i.e. 3 A.I. breedings) and then move the cow to a corral with natural breeding; however, it may be advantageous to continue to A.I. for several more breedings to by-pass the deleterious effects described above during and for a 2 mo period after HS. Also, the use of natural mating will improve genetic progress and decrease the chance of cows contracting a disease introduced by natural mating.

Timed artificial insemination

The use of fixed timed AI (TAI) to avoid the deleterious effects of reduced estrous detection has been well documented. Utilizing some type of TAI protocol (i.e., Ovsynch, Cosynch72, or Ovsynch56), either coupled with or without estrous detection, can improve fertility during the summer. Past studies conducted in Florida during the summer months observed an increase in number of cows pregnant at 90 d (Arechiga et al., 1998) or 120 d postpartum (De la Sota et al., 1998) than cows inseminated at observed estrus, even though conception rate at first service was not different (Arechiga et al., 1998). The positive effects of the first service TAI during HS were consistent for the course of a year with fewer cows being culled (12.9 vs. 22 %) and additional cows conceiving (87 % vs. 78 %) if TAI was utilized for first service versus AI at detected estrus (De la Sota et al., 1998). These results concluded that using TAI during HS decreased days open, interval from calving to first breeding, and services per conception versus insemination at detected estrus (De la Sota et al., 1998). Subsequently, Jordan et al. (2002) observed two different first-service TAI programs over the course of 11 mo and the effect of season on first insemination was not significant. Other studies have also reported more consistent pregnancy rates through the summer when a synchronization program was used compared with AI at detected estrus (Burke et al., 1996; Britt and Gaska, 1998). Although TAI ensures cows are inseminated by a certain day in milk and can by-pass reduced estrus detection seen during HS, these programs will not overcome the negative impacts of heat stress on oocyte maturation and embryo development.

Use of GnRH or hCG on or after estrus

Ovulation failure and undetected ovulations increase during HS (Gwazdauskas et al., 1981; Thatcher and Collier, 1986). One possible way to circumvent the lack of ovulation and possibly improve fertility in the summer is through an injection of GnRH at estrus. Ullah et al. (1996) injected GnRH into lactating dairy cows at detected estrus during late summer in Mississippi and increased conception rate from 18 % to 29 %. In agreement with this study, lactating dairy cows were injected with GnRH at the first signs of standing estrus during the summer and autumn months in Israel, and conception rates increased compared to untreated controls (41 % to 56 %, respectively; Kaim et al., 2003). Interestingly, a study conducted during the summer in Spain increased conception rates only when GnRH was injected at the time of AI and 12 days later (35.4 %) compared to injecting only at TAI (30.8 %) or only 12 d after TAI (20.6 %; Lopez-Gatius et al., 2006). Authors concluded that although double treatment with GnRH was lower, strong benefits were also registered following a single GnRH treatment at insemination. In addition, treatment did not affect twin pregnancy rates yet increased the incidence of an additional corpus luteum.

Progesterone production by the CL is critical for establishment and maintenance of pregnancy. In a recent review, Wolfenson et al. (2000) concluded that chronic heat stress reduces progesterone concentrations; however, progesterone concentrations may be increased after an acute heat stress. Several studies have shown that progesterone concentrations can be elevated by inducing an accessory CL with the use of GnRH or hCG from 5 – 14 d after AI. When injecting either hCG or a GnRH agonist on d 5 of the estrous cycle in lactating dairy cows during summer, formation of an accessory CL and elevated progesterone occurred (Schmitt et al., 1996). Nonetheless, conception rates were not improved during HS. Alternatively, Gandy et al. (2002) utilized a TAI program during summer and divided cows into three groups of either no treatment after TAI, GnRH on d 5 or GnRH on d 11 post-TAI. Pregnancy rates were improved for cows receiving GnRH on either d 5 (32.4%) or d 11 (38.2 %) after TAI compared with no treatment (18.9 %).

Further studies are warranted to ascertain when hormonal manipulation should be utilized post TAI, which hormonal product to use and at what degree of heat stress is hormonal administration post TAI needed.

Embryo manipulation and transfer

Embryo transfer can significantly improve pregnancy rates during the summer months (Drost et al., 1999). Embryo transfers can by-pass the period (i.e. before d 7) in which the embryo is more susceptible to HS. In a recent study, in vitro produced embryos with sex sorted semen were either vitrified or remained fresh and transferred after a timed embryo transfer program into lactating dairy cows during summer versus conventional AI (Stewart et al., 2011). Conception risk was doubled with fresh embryos (39 %) and no difference was found between vitrified embryos (27 %) compared with conventional AI (21 %). When calving rate and gender was evaluated, fresh embryos remained superior (27.5 %) compared with vitrified (17.1 %) or conventional AI (14.6 %)

and number of heifers born was increased in both fresh and vitrified embryo groups versus conventional AI (88 % and 84 % vs. 50 %; Bilby et al., 2011) . De Vries et al. (2011), evaluated the economic potential using a Markov chain dairy herd simulation model combined with linear programming. In this analysis, using in vitro produced embryos with sexed sorted semen with a cost of \$60 for an embryo with transfer and associated hormones for timed embryo transfer compared to \$20 for conventional AI with semen, insemination and hormonal costs for AI, improved profit per cow \$22 - \$42 depending on herd constraints. Nevertheless, embryo transfer is not a widely adopted technique. Improvements need to be made in the in vitro embryo production techniques, embryo freezing, timed embryo transfer, and lowering cost of commercially available embryos before this becomes a feasible solution. Logistical implementation on a large scale with the need of a skilled technician will also slow commercial adoption.

Hormonal treatments of embryos in vitro for improved post transfer survival during summer have been investigated. Past studies have shown improved development of the embryo to the blastocyst stage when bovine embryos were stimulated with IGF-I (Moreira et al., 2002a,b; Block et al., 2003). The IGF-I has proven beneficial in not only stimulating embryo development, but in protecting embryos from deleterious effects of thermal stress. Jousan and Hansen (2004) conducted a series of studies utilizing in vitro fertilized (IVF) bovine embryos cultured with or without IGF-I. For the first experiment, d 5 embryos (≥ 16 cells) were exposed to either a thermal neutral environment (38.5 °C for 24 h) or heat stress environment (41°C for 9 h followed by 38.5 °C for 15 h). Heat stress reduced the total cell number at 24 h after initiation of heat stress and elevated the number of apoptotic cells within the embryo. However, IGF-I blocked the reduction in cell number and reduced the percent of cells within the embryo that were apoptotic. In addition, the second experiment utilized similar treatments but evaluated embryos at d 8 and similar results were obtained. This series of experiments, and others, illustrate that IGF-I can enhance embryo survival during thermal stress in vitro.

Since IGF-I appears to have thermal protective properties in vitro,

studies were designed to investigate whether transferring embryos cultured with IGF-I into recipient cows during heat stress would improve pregnancy rates (Block et al., 2003). Lactating Holstein, heat stressed cows (n = 260) were synchronized with a TAI protocol and received an IVF produced embryo cultured with or without IGF-I (100 ng/mL) on d 7. A single embryo was transferred to all recipients (n = 210) with a palpable CL. Transfer of IGF-I-treated embryos increased pregnancy rate at d 53, tended to increase pregnancy rate at d 81, and improved calving rates (Block et al., 2003). This proved that transferring IVF produced embryos cultured with IGF-I can improve pregnancy rates in recipient, heat stressed dairy cows.

Although the results from these studies confirm that IGF-I affects the embryo in vitro to improve viability during thermal stress, the question remains if elevated peripheral IGF-I in vivo can stimulate pregnancy rates during summer. Additional studies were conducted in Florida utilizing recombinant bovine somatotropin (rbST) to stimulate IGF-I production and possibly improve fertility during summer (Jousan et al., 2007). Lactating dairy cows (n = 276) were synchronized and received sequential injections of rbST

treatments beginning at approximately 60 DIM or no treatment with rbST. Pregnancy rates (d 45 – 80) did not differ between control and bST treated cows for first (15.2% vs. 16.7%) or second-service TAI (17.2 vs. 14.8%). However, plasma concentrations of IGF-I, milk yield, and rectal and vaginal temperatures were greater for bST treated cows with a reduction in body condition score (Jousan et al., 2007).

Since elevated body temperature compromises fertility in lactating dairy cows (e.g., a 0.5° C increase in uterine temperature on the day of insemination resulted in a 12.8% decrease in fertility; Gwazdauskas et al., 1973), it is possible that rbST treatment protected the developing embryo from the elevated body temperature associated with rbST, ultimately maintaining similar pregnancy rates.

Manipulation of embryos in vitro and (or) development of hormonal therapies for use in vivo may allow for improvements in summer fertility.

Conclusion

Improved cooling is still the most profitable and effective way to improve both milk production and reproduction during the summer months. Evaporative cooling of prepartum cows and initiation of cooling earlier than once suspected could improve reproductive performance. Reproductive programs can be modified through hormonal manipulations, embryo transfer and continued AI to by-pass critical time points of which HS appears to be most detrimental. Research is still warranted in developing novel approaches to improve the already low fertility of lactating dairy cows during HS.

Acknowledgements

Some projects mentioned herein were supported by Agriculture and Food Research Initiative Competitive Grant no. 2010-85122-20623 from the USDA National Institute of Food and Agriculture

Literature Cited

- Al-Katanani, Y. M., D. W. Webb, and P. J. Hansen. 1999. Factors affecting seasonal variation in 90-day nonreturn rate to first service in lactating Holstein cows in a hot climate. *J. Dairy Sci.* 82(12):2611-2616.
- Armstrong, D.V. 1994. Heat stress interactions with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77:2044-2050.
- Avendano-Reyes, L., F.D. Alvarez-Valenzuela, A. Correa-Calderon, J.S. Saucedo-Quintero, P.H. Robinson, and J.G. Fadel. 2006. Effect of cooling Holstein cows during the dry period on postpartum performance under heat stress conditions. *Livestock Sci.* 105:198-206.
- Badinga, L., W.W. Thatcher, T. Diaz, M. Drost, and D. Wolfenson. 1993. Effect of environmental heat stress on follicular development and steroidogenesis in lactating Holstein cows. *Theriogenology* 39:797-810.
- Berman, A. J. 2005. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *J. Anim. Sci.* 83:1377-1384.

- Berman, A., Y. Folman, M. Kaim, M. Mamen, Z. Herz, D. Wolfenson, A. Arieli, and Y. Graber. 1985. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical environment. *J. Dairy Sci.* 68:1488–1495.
- Berry, I.L., M. D. Shanklin and H.D. Johnson. 1964. Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity. *Trans. Am. Soc. Ag. Eng.* 7:329-331.
- Biggers, B. G., R. D. Geisert, R. P. Wettemann, and D. S. Buchanan. 1987. Effect of heat stress on early embryonic development in the beef cow. *J. Anim. Sci.* 64:1512-1518.
- Bilby, T. R., J. Block, B. M. Stewart, P. Morelli, L. Bonilla, and P.J. Hansen. 2011. Efficacy of embryo transfer in lactating dairy cows during summer using fresh or vitrified embryos produced in-vitro with sex-sorted semen. II. Calving data. *J. Dairy Sci. (Suppl.): (Abstr) in press*
- Bilby, T. R., A. Sozzi, M. M. Lopez, F. Silvestre, A. D. Ealy, C. R. Staples, and W. W. Thatcher. 2006a. Pregnancy, bovine somatotropin, and dietary n-3 fatty acids in lactating dairy cows: I. Ovarian, conceptus and growth hormone – Insulin-like growth factor system responses. *J. Dairy Sci.* 89:3375-3385.
- Bilby, T.R., J. Block, B. C. do Amaral, O. Sa Filho, F. T. Silvestre, P. J. Hansen, C. R. Staples, and W. W. Thatcher. 2006b. Effects of Dietary Unsaturated Fatty Acids on Oocyte Quality and Follicular Development in Lactating Dairy Cows in Summer. *J. Dairy Sci.* 89:3891-3903.
- Bilby, T.R., A. Guzeloglu, L. A. MacLaren, C. R. Staples, and W. W. Thatcher. 2006c. Pregnancy, Bovine Somatotropin, and Dietary n-3 Fatty Acids in Lactating Dairy Cows: II. Endometrial Gene Expression Related to Maintenance of Pregnancy. *J. Dairy Sci.* 89:3375-3385.
- Bilby, T.R., T. Jenkins, C. R. Staples, and W. W. Thatcher. 2006d. Pregnancy, Bovine Somatotropin, and Dietary n-3 Fatty Acids in Lactating Dairy Cows: III. Fatty Acid Distribution. *J. Dairy Sci.* 89:3375-3385.
- Block J., M. Drost, R.L. Monson, J.J. Rutledge, R.M. Rivera, F.F. Paula-Lopes, O.M. Ocon, C.E. Krininger, J. Liu, and P.J. Hansen. 2003. Use of insulin-like growth factor-I during embryo culture and treatment of recipients with gonadotropin-releasing hormone to increase pregnancy rates following the transfer of in vitro-produced embryos to heat-stressed, lactating cows. *J. Anim. Sci.* 81(6):1590-602.
- Britt, J.S. and J. Gaska. 1998. Comparison of two estrus synchronization programs in a large, confinement-housed dairy herd. *JAVMA* 212:210-212.
- Burke, J.M., R.L. De La Sota, C.A. Risco, C.R. Staples, E.J.P. Schmitt, and W.W. Thatcher. 1996. Evaluation of times insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:1385-1393.
- Collier, R.J., R.B. Zimbelman, R.P. Rhoads, M.L. Rhoads, and L.H. Baumgard. 2011. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. *Proc. of Western Dairy Management Conference* pg 113 – 126.
- Collier, R. J., D. K. Beede, W. W. Thatcher, L. A. Israel, and C. J. Wilcox. 1982a. Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. *J. Dairy Sci.* 65:2213–2227.
- Collier, R. J., S. G. Doelger, H. H. Head, W. W. Thatcher, and C. J. Wilcox. 1982b. Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 54:309–319.
- De Vries A., T. R. Bilby, J. Block, P. J. Hansen. 2011. Economic evaluation of embryo transfer in dairy cows during the summer using linear programming. *J. Dairy Sci. (Suppl.): (Abstr) in press.*
- De la Sota, R.L., J.M. Burke, C.A. Risco, F. Moreira, M.A. DeLorenzo, and W.W. Thatcher. 1998. Evaluation of timed insemination during summer heat stress in lactating dairy cattle. *Theriogenology* 49:761–770.
- Drackley, J.K. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *J. Dairy Sci.* 82:2259-2273.
- Drost, M., J. D. Ambrose, M. J. Thatcher, C. K. Cantrell, K. E. Wolsdorf, J. F. Hasler, and W. W. Thatcher. 1999. Conception rates after artificial insemination or embryo transfer in lactating dairy cows during summer in Florida. *Theriogenology* 52:1161–1167.
- Edwards, J. L., and P. J. Hansen. 1997. Differential responses of bovine oocytes and preimplantation embryos to heat shock. *Mol. Reprod. Dev.* 46:138-145.

- Gandy, S., S. Bowers, K. Graves, A. Elias, S. Willard, and C. Whisnant. 2002. Administration of GnRH post-breeding improves pregnancy rates and increases serum concentrations of progesterone during heat stress in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 80(Suppl.2):17. (Abstr.).
- García-Ispuerto, F. López-Gatius, G. Bech-Sabat, P. Santolaria, J. L. Yaniz, C. Nogareda, F. De Rensis, and M. López-Bejar. 2007. Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in northeastern Spain. *Theriogenology* 67:1379-1385.
- Grohn, Y. T., and P. J. Rajala-Schultz. 2000. Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:605-614.
- Gwazdauskas, F. C., W. W. Thatcher, C. A. Kiddy, M. J. Paape, and C. J. Wilcox. 1981. Hormonal patterns during heat stress following PGF_{2a}-tam salt induced luteal regression in heifers. *Theriogenology* 16:271-285.
- Hahn, G. L. 1985. Management and housing of farm animals in hot environments. Pages 151-174 in *Stress Physiology in Livestock* (Vol. 2). M. Yousef, ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Hansen, P. J., P. Soto, and R. P. Natzke. 2004. Mastitis and fertility in cattle – possible involvement of inflammation or immune activation in embryonic mortality. *Am. J. Reprod. Immunol.* 51:294-301.
- Hansen, P. J., and C. F. Arechiga. 1999. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.* 77(Suppl. 2):36-50.
- Hulme, M. 1997. Global warming. *Prog. Phys. Geogr.* 21:446-453.
- Jordan, E.J. 2003. Effects of heat stress on reproduction. *J. Dairy Sci.* 86:(E. Suppl.):E104-E114.
- Jousan, F. D., and P. J. Hansen. 2004. Insulin-like growth factor-I as a survival factor for the bovine preimplantation embryo exposed to heat shock. *Biol. Reprod.* 71:1665-70.
- Jousan F.D., L.A. de Castro e Paula, J. Block, and P.J. Hansen. 2007. Fertility of lactating dairy cows administered recombinant bovine somatotropin during heat stress. *J. Dairy Sci.* 90(1):341-51.
- Ju, J-C., J. E. Parks, and X. Yang. 1999. Thermotolerance of IVM-derived bovine oocytes and embryos after short-term heat shock. *Mol. Reprod. Dev.* 53:336-340.
- Kaim, H., A. Bloch, D. Wolfenson, R. Braw-Tal, M. Rosenberg, H. Voet, and Y. Folman. 2003. Effects of GnRH administered to cows at the onset of estrus on timing of ovulation, endocrine responses, and conception. *J. Dairy Sci.* 86:2012-2021.
- Lewis, G.S., W.W. Thatcher, E.L. Bliss, M. Drost, and R.J. Collier. 1984. Effects of heat stress during pregnancy on postpartum reproductive changes in Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 58:174-186.
- Lopez-Gatius, F., P. Santolaria, A. Martino, F. Deletang and F. De Rensis. 2006. The effects of GnRH treatment at the time of AI and 12 days on reproductive performance of high producing dairy cows during warm season in northeastern Spain.
- Mapletoft, R. J., C. E. Lindsell, and V. Pawlshyn. 1986. Effects of clenbuterol, body condition, and nonsurgical embryo transfer equipment on pregnancy rates in bovine recipients. *Theriogenology* 25:172. (Abstr.)
- Mihm, M., A. Bagnisi, M. P. Boland, and J. F. Roche. 1994. Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers. *J. Reprod. Fertil.* 102:123-130.
- Monty, D. E., and C. Racowsky. 1987. In vitro evaluation of early embryo viability and development in summer heat-stressed, superovulated dairy cows. *Theriogenology* 28:451-465.
- Moreira, F., L. Badinga, C. Burnley, and W. W. Thatcher. 2002a. Bovine somatotropin increases embryonic development in superovulated cows and improves post-transfer pregnancy rates when given to lactating recipient cows. *Theriogenology* 57:1371-1387
- Moreira, F., F. F. Paula-Lopes, P. J. Hansen, L. Badinga, and W. W. Thatcher. 2002b. Effects of growth hormone and insulin-like growth factor-I on development of in vitro derived bovine embryos. *Theriogenology* 57:895-907.
- Nebel, R. L., S. M. Jobst, M.B.G. Dransfield, S. M. Pandolfi, and T. L. Bailey. 1997. Use of radio frequency data communication system, HeatWatch®, to describe behavioral estrus in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80 (Suppl. 1):179. (Abstr.)
- Paltra, P., S. Mondal, B.S. Prakash, and M.L. Madan. 1997. Peripheral inhibin levels in relation to climatic variations and stage of estrus cycle in buffalo (*Bubalus bubalis*). *Theriogenology* 47:989-995.
- Paula-Lopes, F. F., and P. J. Hansen. 2002. Heat-shock induced apoptosis in bovine preimplantation embryos is a developmentally-regulated phenomenon. *Biol. Reprod.* 66:1169-1177.

- Putney, D. J., M. Drost, and W. W. Thatcher. 1988a. Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperature between days 1 to 7 post insemination. *Theriogenology* 30:195–209.
- Putney, D. J., J. R. Malayer, T. S. Gross, W. W. Thatcher, P. J. Hansen, and M. Drost. 1988b. Heat stress-induced alterations in the synthesis and secretion of proteins and prostaglandins by cultured bovine conceptuses and uterine endometrium. *Biol. Reprod.* 39:717-728.
- Putney, D. J., M. Drost, and W. W. Thatcher. 1989. Influence of summer heat stress on pregnancy rates of lactating dairy cattle following embryo transfer or artificial insemination. *Theriogenology* 31:765–778.
- Rensis, F.D., and R.J. Scaramuzzi. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cows—a review. *Theriogenology* 60:1139-1151.
- Rhoads, M.L., R. P. Rhoads, S. R. Sanders, S. H. Carroll, W. J. Weber, B. A. Crooker, R. J. Collier, M. J. VanBaale and L. H. Baumgard. 2007. Effects of Heat Stress on Production, Lipid Metabolism and Somatotropin Variables in Lactating Cows. *J. Dairy Sci.* 90(Suppl. 1):230. (Abstr.)
- Roth, Z., R. Median, R. Braw-Tal, and D. Wolfenson. 2000. Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. *J. Reprod. Fertil.* 120:83-90. *Reproduction* 122:737–744.
- Roth, Z., A. Arav, A. Bor, Y. Zeron, R. Braw-Tal, and D. Wolfenson. 2001. Improvement of quality of oocytes collected in the autumn by enhanced removal of impaired follicles from previously heat-stressed cows. *Reproduction* 122:737–744.
- Roth, Z., A. Bor, R. Braw-Tal, and D. Wolfenson. 2004. Carry-over effect of summer thermal stress on characteristics of the preovulatory follicle of lactating cows. *J. Them. Biol.* 29:681-685.
- Rocha, A., R. D. Randel, J. R. Broussard, J. M. Lim, R. M. Blair, J. D. Roussel, R. A. Godke, and W. Hansel. 1998. High environmental temperature and humidity decrease oocyte quality in *Bos Taurus* but not in *Bos indicus* cows. *Theriogenology* 49:657-665.
- Roush, W. 1994. Population—the view from Cairo. *Science* 265: 1164–1167.
- Rutledge, J. J., R. L. Monson, D. L. Northey, and M. L. Leibfried-Rutledge. 1999. Seasonality of cattle embryo production in a temperate region. *Theriogenology* 51(Suppl.1):330. (Abstr.)
- Ryan, D.P., and M.P. Boland. 1991. Frequency of twin births among Holstein X Friesian cows in a warm dry climate. *Theriogenology* 36:1–10.
- Sartori, R., R. Sartor-Bergfelt, S.A. Mertens, J.N. Guenther, J.J. Parrish, and M.C. Wiltbank. 2002. *J. Dairy Sci.* 85:2803 – 2812.
- Schmitt, E.J.-P., T. Diaz, C.M. Barros, R.L. de la Sota, M. Drost, E.W. Fredriksson. 1996. Differential response of the luteal phase and fertility in cattle following ovulation of the first-wave follicle with human chorionic gonadotropin or an agonist of gonadotropin-releasing hormone. *J. Anim. Sci.* 74:1074-1083.
- Stewart, B.M., J. Block, P. Morelli, A.E. Navarrette, M. Amstalden, L. Bonilla, P.J. Hansen, and T.R. Bilby. 2011. Efficacy of embryo transfer in lactating dairy cows during summer using fresh or vitrified embryos produced in vitro with sex-sorted semen. *J. Dairy Sci.* in press.
- Thatcher, W. W., and R. J. Collier. 1986. Effects of climate on bovine reproduction. In: D. A. Morrow (Ed.) *Current Therapy in Theriogenology* 2. pp 301–309. W. B. Saunders, Philadelphia.
- Ullah, G., J.W. Fuquay, T. Keawhoong, B.L. Clark, D.E. Pogue, and E.J. Murphy. 1996. Effect of gonadotrophin-releasing hormone at estrus on subsequent luteal function and fertility in lactating Holstein during heat stress. *J. Dairy Sci.* 79:1950–1953.
- Urdaz, J.H., M.W. Overton, D.A. Moore, and J.E.P. Santos. 2006. Technical Note: Effects of adding shade and fans to a feedbunk sprinkler system for preparturient cows on health and performance. *J. Dairy Sci.* 89:2000-2006.
- Wiersma, F., and D. V. Armstrong. 1983. Cooling dairy cattle in the holding pen. ASAE paper no. 83-4507. ASAE, St. Joseph, MI.
- Wiersma, F., and D. V. Armstrong. 1988. Evaporative cooling dry cows for improved performance. ASAE paper no. 88-4053, St. Joseph, MI.

- Wildman, C.D., J.W. West, and J.K. Bernard. 2007. Effect of dietary cation-anion difference and dietary crude protein on performance of lactating dairy cows during hot weather. *J. Dairy Sci.* 90:1842-1850.
- Wilson, S. J., R. S. Marion, J. N. Spain, D. E. Spiers, D. H. Keisler, and M. C. Lucy. 1998. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 1. Cows. *J. Dairy Sci.* 81:2139–2144.
- Wolfenson, D., I. Flamenbaum, and A. Berman. 1988. Dry period heat stress relief effects on prepartum progesterone, calf birth weight and milk production. *J. Dairy Sci.* 71:809-818.
- Wolfenson, D., F. F. Bartol, L. Badinga, C. M. Barros, D. N. Marple, K. Cummins, D. Wolfe, M. C. Lucy, T. E. Spencer, and W. W. Thatcher. 1993. Secretion of PGF₂ α and oxytocin during hyperthermia in cyclic and pregnant heifers. *Theriogenology* 39:1129-1141.
- Wolfenson D, W.W. Thatcher, L. Badinga, J.D. Savio, R. Meidan, B.J. Lew, R. Braw-Tal and A. Berman. 1995. Effect of heat stress on follicular development during the estrous cycle in lactating dairy cattle. *Biol. Reprod.* 52:1106-1113.
- Wolfenson, D., B. J. Lew, W. W. Thatcher, Y. Graber, and R. Meidan. 1997. Seasonal and acute heat stress effects on steroid production by dominant follicles in cow. *Anim. Reprod. Sci.* 47:9–19.
- Wolfenson, D., Z. Roth, and R. Meidan. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim. Reprod. Sci.* 60/61:535–547.

**NUTRITIONAL, MANAGERIAL AND HORMONAL STRATEGIES TO
MITIGATE THE NEGATIVE EFFECTS OF HEAT STRESS ON
REPRODUCTION**

Todd R. Bilby

Texas AgriLife Research and Extension, Texas A&M System, Stephenville, USA

ABSTRACT

This review aims to highlight past and recent research involving interrelationships of fertility and heat stress in dairy cattle. In addition, approaches to mitigate the negative effects of heat stress on reproduction in lactating dairy cattle will be discussed. With the continued increase in milk production per cow, sensitivity of the dairy cow to elevated climatic conditions has increased. Higher milk production associated with an increase in dry matter intake enhances metabolic heat production which aggravates thermoregulatory competence of lactating dairy cattle. A number of experiments have shown that milk production declines during summer months with a greater reduction in fertility. Intensive cooling of cattle still remains the superior strategy for improving both reproduction and milk production. Also, reducing the effects of heat stress prepartum appears to improve postpartum production performance; nonetheless, this period is often disregarded. Recent studies have evaluated both the energy demands and type of energy utilized during heat stress to support lactation. Increased demands for factors such as glucose and IGF-I during heat stress to sustain milk production may compromise early embryo development, in turn, increasing embryo loss. Recent research on manipulation of embryos in vitro with hormonal supplements has illustrated beneficial effects on fertility post transfer during summer. In addition, the use of various nutraceuticals and pharmaceuticals during summer has shown promise in negating summer fertility decline.

Key Words: dairy cattle, heat stress, fertility

Introduction

Heat stress (HS) negatively impacts all aspects of dairy cattle production. Milk production decline and reproduction losses during the summer substantially impact the economic potential of dairy farms. Factors such as global warming, population growth in more temperate climates, and an increase in number of food production animals in hotter climates further increases the susceptibility of the dairy industry to HS related issues (Hulme, 1997; Roush, 1994). The annual economic impact of HS on American animal agriculture has been estimated at \$2 billion, with the dairy industry alone accounting for \$900 million of this loss. Heat stress occurs over a wide combination of solar radiation levels, ambient temperatures, and relative humidity. This is further aggravated by increased metabolic heat production due to greater consumption in dry matter intake which is assumed to elevate the sensitivity of the lactating dairy cow to HS. Dietary changes could possibly be implemented to reduce the severity of increased metabolic heat production within the cow as reviewed by West, (1999). The dairy industry continues to focus on selecting for production traits which, in turn, may increase the dairy cow's susceptibility to HS further intensifying the summer decline in milk production and

reproduction. In addition, selecting for milk yield reduces the thermoregulatory range of the dairy cow (Berman et al., 1985). Breeds predominantly used in the U.S. dairy industry were developed in temperate climates, and are most productive between the temperatures of 41 and 59° F. Cows experience a loss in production when temperatures increase from 59 to 77° F (Hahn, 1985). However, dramatic reductions are observed when the temperature exceeds 77° F. Consequently, strategies should be initiated to lessen the severity of HS on both reproduction and milk production to improve cow performance and farm profitability.

The objective of this review is to disseminate past and recent information on HS effects in lactating dairy cattle. In addition, traditional strategies and novel approaches to reduce the negative impact of HS will be ascertained with particular emphasis on nutritional, managerial and pharmaceutical approaches.

Interrelationships of heat stress and reproduction

As mentioned earlier, genetic selection for milk production has increased metabolic heat output per cow. This has considerably increased the lactating dairy cows' susceptibility to HS. In addition, the first several days to weeks following calving, the cow is vulnerable to infectious diseases and metabolic disorders. These stress factors, coupled with physiological, nutritional, and environmental changes occurring at calving, can reduce reproductive performance.

Energy balance

Many experiments indicate HS reduces both feed intake and milk yield, and this decreased feed intake has been recognized as one of the main reasons for reduced milk yield. Recently, a series of studies demonstrated Holstein cows subjected to HS in mid-lactation versus cows housed in thermal-neutral conditions and pair-fed had a greater reduction in milk yield (9.56 kg/d vs. 4.79 kg/d, respectively) despite a similar reduction in DMI (5.5 kg/d vs. 6.1 kg/d, respectively; Wheelock et al., 2010). In a similar experiment, HS cows entered into and remained in negative energy balance (NEBAL; ~4-5 Mcal/d) for the entire duration of HS (Wheelock et al., 2010). However, unlike NEBAL in thermal-neutral conditions, HS induced NEBAL didn't result in elevated plasma non-esterified fatty acids but increased glucose disposal (rate of cellular glucose entry) in HS compared to thermal-neutral pair-fed cows. These studies indicate the reduction in DMI can only account for approximately 40-50 % of the decrease in production when cows are HS, and approximately 50-60 % can be explained by other HS induced changes. In addition, as an adaptive mechanism glucose is utilized as an energy source instead of non-esterified fatty acids to maintain milk production and daily maintenance during HS. This may have implications on fertility since the oocyte, embryo, and conceptus utilize glucose as an energy supply. The developing oocyte and embryo are highly dependent on appropriate glucose levels for proper development and survival (Sutton-McDowall et al., 2010). Leroy et al., (2006) illustrated that cleavage rate and blastocyst development were severely reduced in vitro in a low glucose environment versus a physiologically normal glucose environment. Redirection of glucose to combat thermal stress and maintain milk yields may reduce glucose levels to an unsuitable level for reproductive function.

The changes in the endocrine system not only affect milk yield, but impact reproductive performance. The lactating dairy cow first directs nutrients to growth (2 to 3 year old cows), maintenance, and lactation before supplying the reproductive organ with nutrients for ovarian function and embryo growth. As mentioned above, HS induces negative energy balance and several studies indicate that lactating dairy cows losing greater than 0.5 units BCS within 70 d postpartum had longer calving to first detected estrus and (or) ovulation interval (Butler, 2000; Beam and Butler, 1999). Garnsworthy and Webb (1999) reported the lowest conception rates in cows that lost more than 1.5 BCS units between calving and insemination. In addition, Butler (2000) reported that conception rates range between 17 and 38 % when BCS decreases 1 unit or more, between 25 and 53 % if the loss is between 0.5 and 1 unit, and is > 60 % if cows do not lose more than 0.5 units or gain weight. Altering dietary conditions to maintain appropriate energy balance and BCS during HS by providing the additional energy needed to sustain proper physiological function could assist in sustaining fertility. Interestingly, in addition to HS, another deterrent to dairy cow fertility is increased circulating plasma urea nitrogen concentrations. In terms of effects on fertility, most research has focused on the urea produced as a result of protein metabolism within the rumen. However, elevated urea concentrations are also a consequence of increased skeletal muscle breakdown. Direct effects of HS on muscle breakdown have been reported in lactating cows (Kamiya et al., 2006). The end result of these physiological changes that occur during HS are elevated plasma urea nitrogen concentrations in HS cows compared to pair-fed cows in thermal-neutral conditions (Wheelock et al., 2010). Therefore, elevated plasma urea nitrogen concentrations may be exacerbating the decrease in fertility that is frequently observed during periods of HS.

Estrous activity, hormone function and follicular development

Heat stress reduces the length and intensity of estrus. For example, in summer, motor activity and other manifestations of estrus are reduced (Hansen and Arechiga, 1999) and incidence of anestrus and silent ovulations are increased (Gwazdauskas et al., 1981). Nebel et al. (1997) reported that Holsteins in estrus during the summer had 4.5 mounts vs. 8.6 mounts/estrus for those in winter. One possible reason for the reduction in expression of estrus observed during HS is from reduction in physical activity, as a response to limit heat production.

On a commercial dairy in Florida, undetected estrous events were estimated at 76 to 82 % during June through September compared to 44 to 65 % during October through May (Thatcher and Collier, 1986). Another possible reason for reduced estrous expression are from suppressed endocrine hormones such as luteinizing hormone and estradiol, important for follicle growth and triggering estrous behavior (Rensis and Scaramuzzi, 2003). Seasonal studies report lower steroid concentrations in the follicular fluid obtained from large follicles during the hot season associated with reduced viability of granulosa cells and impaired aromatase activity (Badinga et al., 1993; Wolfenson et al., 1995). In a study by Wolfenson et al. (1997), androstenedione production by thecal cells was reduced and low estradiol concentrations were observed in follicular fluid collected from dominant follicles during autumn. Authors concluded alteration of steroidogenic capacity induced by HS carry over to the final stages of follicle

development. In addition, Roth et al. (2000) observed decreased estradiol and androstenedione production from granulosa and thecal cells obtained from follicles 3 to 4 wk after acute HS. In a similar study, low concentrations of estradiol were observed in the follicular fluid of cows during summer which increased throughout autumn (Roth et al., 2004).

Heat stress impairs follicle selection and increases the length of follicular waves; thus reducing the quality of oocytes and modulating follicular steroidogenesis (Roth et al., 2001). Summer HS has been shown to increase the number of subordinate follicles, while reducing the degree of dominance of the dominant follicle, and decreasing inhibin and estrogen levels (Wolfenson et al., 1995; Wilson et al., 1998). In another experiment, Wolfenson et al. (1995) detected a tendency for reduction in plasma inhibin concentrations in HS lactating dairy cows and Paltra et al. (1997) observed similar results for cyclic water buffaloes. Subsequently, exposure of lactating dairy cows to HS during an entire estrous cycle induced a 50 % increase in the number of large (>10 mm) follicles during the first follicular wave (Wolfenson et al., 1995). Also, a similar result was observed in heat stressed heifers during d 17 – 21 of the estrous cycle (Wilson et al., 1998). This may account for the increase in twinning rate following insemination of cows during the summer, in that increases in the number of large follicles occur in summer compared with winter months (Ryan and Boland, 1991). Summer HS reduces follicular dominance allowing more than one dominant follicle to develop explaining the increased twinning seen in summer months. As explained earlier, the follicle destined to ovulate emerges 40-50 d prior to ovulation. Therefore, HS occurring at anytime during this period can compromise follicular growth and steroidogenic capacity. In addition, either due to direct actions of elevated temperature or alterations of follicular function, the oocyte has potential to be compromised. Further investigation is warranted to ascertain HS effects on the endocrine system and subsequent follicle and oocyte growth.

Oocytes, Fertilization and Early Developing Embryos

During summer, HS reduces pregnancy and conception rates which can carry-over into the fall months (Wolfenson et al., 2000). Presently, it is not known at what stage in follicular development that HS damages the ovarian follicle and/or oocyte. This may be an important area for future investigation, since the negative effects of HS on the ovary is comparable to negative effects on the testis in which a time lag of 40 -50 d is required before completion of the spermatogenic cycle leading to the production and ejaculation of new sperm that were not damaged by HS. A comparable time lag for recovery in the female ovary/oocyte most likely accounts for a considerable portion of the delay in restoration of fertility seen well into the fall (Roth et al., 2001). Oocytes obtained from dairy cows during the summer HS period had reduced developmental competence in vitro (Rocha et al., 1998). Rutledge et al. (1999) also reported a decrease in the number of Holstein oocytes that developed to the blastocyst stage during July and August compared to cooler months. In both of these studies, fertilization rate was not affected by season, but the lower development following fertilization during summer was indicative of oocyte damage. In contrast, Sartori et al., (2002) showed a significant reduction in the summer for fertilization rate, embryo quality, and nuclei/embryo in lactating cows versus nulliparous heifers. When superovulated donor heifers were

exposed to HS for 16 h beginning at the onset of estrus, there was no effect on fertilization rate. However, there were a reduced number of normal embryos recovered on d 7 after estrus (Putney et al., 1988a). This illustrates that a brief HS can still affect oocyte competence within the preovulatory follicle. In addition, exposure of cultured oocytes to elevated temperatures during maturation decreased cleavage rate and the proportion of oocytes that became blastocysts (Edwards and Hansen, 1997). Effects of HS on the developing and ovulated oocyte could significantly impact growth and quality of the subsequent embryo contributing to the increased amount of embryo loss observed in lactating dairy cattle.

Heat stress can also affect the early developing embryo. When HS was applied from d 1 to 7 after estrus there was a reduction in quality and development of embryos flushed from the reproductive tract on d 7 after estrus (Putney et al., 1989). In addition, embryos collected from superovulated donor cows in summer months were less able to develop in culture than embryos collected from superovulated cows during fall, winter, and spring months (Monty and Racowsky, 1987). Drost et al. (1999) demonstrated that transfer of in vivo produced embryos from cows in thermoneutral conditions increased pregnancy rate in HS recipient cows compared to that of HS cows subjected to AI. Embryos appear to have developmental stages in which they are more susceptible to the deleterious effects of HS as shown in vitro. In vitro HS at the 2- to 4-cell stage caused a larger reduction in embryo cell number than HS at the morula stage (Paula-Lopes and Hansen, 2002). An earlier study also observed that HS caused a greater reduction in embryo development when applied at the 2-cell stage than the morula stage (Edwards and Hansen, 1997) or at d 3 following fertilization than at d 4 (Ju et al., 1999). Utilizing techniques (i.e. embryo transfer) to bypass the critical stage at which embryos are most sensitive to HS can dramatically improve fertility as discussed in latter sections.

Latter Stages of Embryo Development

Not only can HS affect the oocyte and early embryo, it can also reduce embryo growth up to d 17, which is a critical time point for embryo production of interferon-tau. Adequate amounts of interferon-tau are critical for reducing pulsatile secretion of prostaglandin F2 α ; thus blocking CL regression and maintaining pregnancy. Biggers et al. (1987) indicated that HS reduced weights of embryos recovered on d 17 from beef cows. This reduction in embryo size was associated with reduced interferon-tau available to inhibit prostaglandin F2 α pulsatile secretion, which causes CL regression. Putney et al. (1988b) incubated embryos and endometrial explants obtained on d 17 of pregnancy at thermoneutral (39 °C, 24 h) or HS (39 °C, 6 h; 43 °C, 18 h) temperatures. The HS conditions decreased protein synthesis and secretion of interferon-tau by 71 % in embryos; however, endometrial secretion of prostaglandin F2 α and embryo secretion of prostaglandin E2 increased in response to HS by 72 %. Wolfenson et al. (1993) observed that secretion of prostaglandin F2 α was increased in vivo when heifers were exposed to high ambient temperatures. Collectively these studies demonstrate that both the embryo and uterine environment can be disrupted due to HS inhibiting the embryo's ability to secrete interferon-tau (signal to block CL regression) and maintain pregnancy and (or) manipulating production of important proteins from the uterine lining.

A reduction in the amount of growth factors due to an increased level of milk production and (or) decline in nutritional status due to HS, may reduce the amount of necessary embryotrophic growth factors. Secretion of embryotrophic growth factors into the uterine lumen may be controlled by nutritional status of the cow since embryo transfer pregnancy rates were reduced in recipients with low BCS (Mapletoft et al., 1986). Plasma concentrations of insulin, insulin-like growth factor-1, and glucose are decreased in summer compared to winter months; most likely due to low DMI and increased negative energy balance. This reduction in important growth factors and nutrients for reproduction hampers the embryo's ability for normal growth and production of interferon-tau. Bilby et al. (2006) reported that supplementing lactating dairy cows with recombinant growth hormone at the time of AI and 11 d later increased growth factors, conceptus lengths, interferon-tau production, and pregnancy rates in lactating dairy cows compared to cows without bST supplementation. Possibly increasing availability of important growth factors during HS may improve embryo growth and survival. This strategy combined with feeding by-pass fats enriched in EPA and DHA may benefit reproductive performance during summer HS (Bilby et al., 2006a). However, when using techniques such as improved nutrition or a pharmaceutical such as bST to improve embryo viability and growth in vivo, the inherent increase is shifted towards enhancing milk production at the expense of the reproductive organ, in turn, possibly masking the true benefits on fertility. Further studies are warranted to develop tools to target hormonal or nutrient delivery to the reproductive organ in order to improve fertility without losing the additional nutrients and hormones towards increased milk production.

Embryo loss is another important factor that effects fertility and is increased during HS. Dairy cows conceiving with singletons or twins are 3.7 and 5.4 times more likely to lose their embryo, respectively, during the hot versus cool season (Lopez-Gatius et al., 2004). In addition, the likelihood of pregnancy loss has been shown to increase by a factor of 1.05 for each unit increase in mean maximum temperature-humidity index (THI) from days 21 – 30 of gestation. Pregnancy losses with a maximum THI of 55, 55-59, 60-64, 65-69, and >69 were 0, 1, 2, 8 and 12 %, respectively (Garcia-Ispuerto et al., 2006). Interestingly is the maximum THI at which embryo loss dramatically increases which is from 60-64 to 65-69. This is much lower than the 72 THI threshold once thought to be the threshold at which cows become heat stressed. This provides additional evidence that reproductive failure occurs at much earlier temperatures than once expected.

Uterine Environment and Immune Function

The reproductive organ can be compromised during HS providing a suboptimal uterine environment for fertilization, embryo growth, and implantation. Heat stress further reduces available nutrients and hormones by causing redistribution of blood flow from the visceral organs to the periphery resulting in decreased availability of nutrients and hormones, ultimately compromising uterine function. Increases in uterine blood flow caused by injection of estradiol-17 β were reduced in cows not exposed to shade in summer compared with those receiving shade (Thatcher and Collier, 1986). Also, as mentioned earlier, prostaglandin production is increased and embryo growth and

interferon-tau produced by the embryo are reduced due to heat shock exposure. A culmination of reduced blood flow (which provides the essential nutrients for embryo development) and increased prostaglandin production will severely inhibit embryo survival during summer months.

The effect HS has on immune function has not been evaluated in detail, especially in agriculturally important species. However, the incidence of some health problems certainly appears to increase during the summer months as increased rates of mastitis, retained placenta, metritis, and ketosis have been reported (Collier et al., 1982a). Several epidemiological studies reveal a reduction in fertility for cows affected by disorders of the reproductive tract, mammary gland, feet, and metabolic diseases such as ketosis, milk fever, and left-displaced abomasums. Retained placenta, metritis, and ovarian cysts are risk factors for conception. Cows had lower conception rates of 14 % with retained placenta, 15 % with metritis and 21 % for those with ovarian cysts (Grohn and Rajala-Schultz, 2000). Mastitis also significantly reduces fertility in lactating dairy cattle (Hansen et al., 2004). In addition, general stress enhances glucocorticoid levels, which reduces neutrophil function. Therefore, HS induced increases in cortisol levels may partially explain the negative effects HS has on health.

An additional cause of compromised immune function may be NEBAL. The NEBAL in early lactation is associated with a variety of health and reproductive issues (Drackley, 1999). The HS cow also enters NEBAL and thus (probably not surprising) experiences many of the same health problems and reduced reproductive parameters as transitioning cows. The calculated NEBAL during HS (approx. -5 Mcal/d) is not as severe as in early lactation (i.e. approx. d 7: approx. -15 Mcal/d), but it almost certainly is not a coincidence that both situations have increased rates of similar disorders.

Placental and fetal development

When HS is imposed the last 2 -3 months of pregnancy, there are clear effects on placental function and endocrine parameters. Parturition HS may decrease thyroid hormones and placental estrogen levels, while increasing non-esterified fatty acid concentrations in blood; all of which can alter growth of the udder and placenta, nutrients delivered to the unborn calf, and subsequent milk production (Collier et al., 1982a). Collier et al. (1982b) also reported that dairy cows experiencing HS during late gestation had calves with lower birth weights and produced less milk than cows not exposed to HS. This was associated with a reduction in circulating thyroxine, prolactin, growth hormone, and glucocorticoid concentrations. Other researchers have suggested that cooling parturition cows may increase birth weights, improve colostrum quality, decrease calving related health disorders and increase subsequent milk production. (Avenida-Reyes et al., 2006; Wolfenson et al., 1988). Feed intake and metabolic rate are adversely affected by HS during the immediate parturition period, and this may adversely affect the ability of the dairy cow to ramp up production postpartum.

Environmental modifications for improved reproduction

Current and past research has resulted in dramatic improvements in management of dairy cow cooling in hot environments. Two primary strategies are to minimize heat

gain by reducing solar heat load and maximize heat loss by reducing air temperature around the animal or increasing evaporative heat loss directly from animals. Evaporative cooling is the primary source of heat loss for lactating dairy cows when ambient temperature exceeds 15.5 °C. Numerous studies have shown the beneficial effects of cooling for lactating dairy cows on both reproduction and milk production. Also, evaporative cooling for lactating dairy cows through a combination of water spray and fans as the superior method for cooling has been well documented. In turn, an in-depth discussion of the many different facility modifications and management changes that can be employed to cool lactating dairy cows for improved reproductive performance is outside the scope of this review. However, environmental modifications for cooling of late gestation non-lactating dairy cows to improve postpartum reproductive performance (which is often disregarded), a novel approach with geothermal cooling and recent research on timing of initiation of cooling will be discussed.

Reevaluation of the Temperature Humidity Index

The THI is calculated using both ambient temperature and relative humidity which was originally developed for cattle by Berry et al. (1964). The THI has been utilized to estimate cooling requirements of dairy cattle and to estimate at what critical temperature and humidity cooling should be initiated. Until recently, research suggested that cows experience HS beginning at a THI of 72. However, Berman (2005) concluded that the supporting data for this THI threshold is unclear. When examining further, the index was based on a retrospective analysis of research conducted in the late 1950's and early 1960's on a total of 56 cows averaging 15.5 kg of milk/d with a range of 2.7 – 31.8 kg/d. However, average milk production per cow in the United States is currently over 28 kg/d with many cows producing over 46 kg/d during peak lactation. Berman, (2005) illustrated that a milk production increase from 35 to 45 kg/d reduced the threshold for which lactating dairy cows become HS by 5 °C. Recent studies re-evaluated the THI index utilizing modern-day high producing dairy cows (Collier et al., 2011). Results illustrated that THI beginning at a minimum of 65 or when average THI is 68 for more than 17 hrs per day, milk yield losses occur. Most likely, the new THI interpretations may encourage use of more aggressive cooling techniques at lower temperatures than currently recommended. Although reproductive losses were not evaluated in these studies, one can assume that reproduction and animal health could be improved since reproduction takes a more dramatic decline during summer than milk yield.

Prepartum cooling

An important period for proper cow comfort, often called the “dry period”, prior to calving in which cows are not producing milk to prepare for birth of a calf and start of a new lactation is critical. Traditionally, dry pregnant cows are provided little protection from HS because they are not lactating and it is incorrectly assumed they are less prone to HS. Additional stressors are imposed during this period due to abrupt physiological, nutritional, and environmental changes. These changes can increase the cows' susceptibility to HS and have a critical influence on postpartum cow health, milk production and reproduction. Few studies have investigated effects of cooling dry cows on subsequent fertility postpartum. Florida researchers demonstrated that postpartum

cows with shade during the dry period had increased blood levels of prostaglandin F metabolite, ovarian volume, diameter of the largest follicle and corpus luteum, and percentage of ovaries with a corpus luteum compared to cows with no shade (Lewis et al., 1984). However, days to first ovulation and estrus, days open, and services per conception were unaltered by prepartum HS. Another study also concluded that there was no difference in services per conception, days open, or days to first estrus for dry cows either with prepartum shade or no shade (Collier et al., 1982b).

Many studies reporting subtle effects of HS on subsequent fertility were published over 20 years ago when the average milk yield was much less than it is today. In addition, our cooling systems and knowledge of proper cooling (when, where, and to what extent) to reduce HS has increased substantially. A study conducted in Saudi Arabia on three different farms observed an improvement in peak milk production (41.3 vs. 39.6 kg), decreased services per conception (3.1 vs. 3.7 services), and reduced culling for reproductive failure (7.7 vs. 19 %) for dry cows evaporatively cooled compared with shade only (Wiersma and Armstrong, 1988). More recently, Avendano-Reyes et al. (2006) concluded that cooling dry cows with shades, fans, and water spray versus cows with only shade decreased services per conception and days open, and increased milk yield during the postpartum period. In 2006, Urdaz et al. observed that dry cows with feed line sprinklers, fans and shade compared to cows with only feed line sprinklers had an increased 60 d milk yield with no difference in body condition score (BCS) changes, incidence of postparturient disorders, or serum nonesterified fatty acid concentrations. In this study, reproductive parameters were not measured; however, cooling dry cows with shades, fans, and sprinklers compared with only sprinklers improved total 60 d milk production by 185.5 lb/cow, and increased estimated annual profits by \$8.92/cow (based on milk only).

The problem of carry over effects from summer HS to fall fertility may be accentuated due to HS during the dry period. It is well known that a period of approximately 2 months is needed for low autumn fertility to be restored to the level prevailing in the winter. It takes approximately 40-50 d for antral follicles to develop into large dominant follicles and ovulate (Roth et al., 2001). If HS occurs during this time period both the follicle and oocyte inside the follicle become damaged. Once ovulation occurs, the damaged oocyte has reduced chances of fertilizing and developing into a viable embryo. Cooling dry cows may reduce HS effects on the antral follicle destined to ovulate 40-50 d later, which coincides with the start of most breeding periods, and possibly can increase first service conception rates.

The greatest opportunity to reduce the negative effects of HS during both the pre- and postpartum periods is through cooling. As mentioned above, cooling late gestation cows with feed line sprinklers, fans and shades proved to be beneficial for reducing services per conception, reproductive culls, days open, and increasing milk yield with a significant return on investment compared to cows with either shades alone or feed line sprinklers alone. (Wiersma and Armstrong, 1988; Avendano-Reyes et al., 2006; Urdaz et al., 2006). Further studies are warranted to understand opportunities for alleviating heat stress on dry cows and the benefits this may have on reproduction postpartum.

Geothermal cooling

Recent interests in heat abatement have been given to conductive cooling of lactating dairy cows. This novel approach was investigated by Bastain et al. (2010) which utilized water beds filled with chilled water as an alternative method for cooling dairy cows. However, authors noted water accumulation as condensation on the surface of the beds which could pose a significant health risk due to increased mastitis in lactating dairy cows. A novel approach similar to the waterbeds is currently being researched on geothermal cooling beds as heat exchangers placed 10 – 12 inches below sand or manure bedding in a freestall dairy facility. The geothermal cooling technology could utilize chilled water or ground water (depending on the temperature of water pumped from the ground) to pass through heat exchangers in order to lower the temperature of the bedding in which cows lay. This could increase heat exchange from the cow to the cooler surface overall lowering core body temperatures. This technology may be used in conjunction with current cooling technologies or to delay initiation of current cooling technologies which may represent a significant reduction in energy costs and water consumption. Further studies are underway to examine the efficacy of geothermal cooling under different field conditions.

Alterations in dietary management during heat stress

The nutritional impacts on reproduction are well documented. In an excellent review by West (1999), dietary recommendations to compensate for the effects of HS were summarized. Herein, attention is given to highlights from past and recent research for additional dietary recommendations during HS. Sustaining rumen health during HS can reduce metabolic diseases which will further enhance our ability to improve reproduction during the summer months. Research has shown that nutritional alterations can be implemented to reduce the negative effects of summer HS on milk production and reproduction.

Feed DMI starts to decline and maintenance expenditures increase when environmental temperatures exceed 25 °C. Management changes can be made to specifically increase the number of feedings and (or) push-up times in order to increase DMI. In addition, feeding during cooler parts of the day and increasing moisture content in the ration can aid in supplying critical nutrients. Water needs increase 1.2 to 2 times during HS conditions and lactating dairy cattle require 35 to 45 gal of water/d. Although water requirements are often ignored since water is normally supplied in abundance, particular efforts can be made to improve water consumption. It is no surprise that water is the most critical nutrient for cattle and consumption increases during hot periods. Earlier research demonstrated that water losses increased gradually via the lungs and sharply via the skin when ambient temperature increased from 16 °C to 35 °C (Kibler and Brody, 1950). In addition, water consumption is positively correlated with DMI (Murphy et al., 1983); thereby increases in DMI should improve digestion and hydration. Improving water content in the rumen tends to accelerate ruminal turnover (Silanikove, 1992), which could benefit the cow during hot weather due to a reduced rate of passage of digesta contributing to gut fill. Also, consumed water may have a direct cooling effect via the reticulorumen (Beede and Collier, 1986). The benefits of improved water

consumption are broad with improvements during HS on cow comfort, DMI and milk yield being most apparent. Milk is approximately 90 % water; therefore water intake is vital for production of milk and to maintain thermal homeostasis.

During elevated climatic conditions, reduction in DMI and high lactation require increased dietary minerals. Unlike humans, cattle utilize potassium (K⁺) as their primary osmotic regulator of water secretion from their sweat glands and as a consequence, K⁺ requirements are increased during elevated temperatures (Mallonee et al., 1985). Also, Kume et al. (1989) observed a reduction in absorption of macrominerals including Ca, P, and K⁺ during HS. Cows supplemented with increased K⁺ or Na above minimum requirements responded with greater milk yield (Mallonee et al., 1985; Schneider et al., 1986). In addition, dietary levels of sodium (Na⁺) and magnesium (Mg⁺) should be increased, as they compete with K⁺ for intestinal absorption.

Cows subjected to elevated temperatures preferentially decrease the quantity of forage consumed relative to concentrates. In turn, increased feeding of concentrates is a common practice during conditions conducive to HS, but the benefit of extra concentrates should not exceed 60 – 65 % of the diet (Coppock, 1985). Care should be taken when feeding excessive amounts of concentrate as this leads to acidosis and the associated negative effects on production and health. Previous research suggests that lower fiber, high grain diets can reduce metabolic heat production and contribute to a lower heat increment (West, 1999). However, fiber quality is crucial during HS to promote chewing and rumination for improved buffering capacity, saliva production, and consistent rumen pH. Furthermore, ingredients to improve buffering capacity and maintain a healthy rumen can reduce the negative effects of HS. Additional, dietary HCO₃⁻ may be a valuable tool to maintain a healthy rumen pH.

Another way to circumvent an increased chance of rumen acidosis from increased concentrates in the diet is through the addition of energy sources such as dietary fat. Feeding both dietary rumen by-pass fat and saturated fats can provide the needed energy without the additional heat increment. Skaar et al. (1989) reported that high producing (>35 kg/d of milk), early lactation cows fed 5% saturated fat during summer produced more milk than cows not supplemented with fat. Also, ruminally protected fats allow the inclusion of a substantial quantity of fat in the diet which could lower heat increment. Recently, Wang et al. (2010), supplemented saturated fatty acids and improved milk yield and reduced peak rectal temperatures in mid-lactation HS dairy cows. Authors noted that this demonstrated the remarkable amount of metabolic heat that is saved by energetically replacing fermentable carbohydrates with saturated fatty acids. In another study with rumen by-pass fats, 15% whole cottonseed, or 15% whole cottonseed plus 0.54 kg of a calcium salts of fatty acids was added to the diet of lactating dairy cows and heat production in excess of maintenance declined by 6.7% and 9.7%, and total heat loss declined 4.9 and 7.0 %, respectively (Holter et al., 1992). Compared to starch and fiber, fat has a much lower heat increment in the rumen; thus provides energy without a negative thermal effect. This can also be an effective strategy of providing extra energy during a time of negative energy balance.

Feeding unsaturated fatty acids during HS has illustrated benefits at different reproductive biological windows. Feeding unsaturated fatty acids to ewes has been shown to alter lipid composition of oocytes, improving thermotolerance (Zeron et al., 2002). Temperature modulates the physical properties of lipids in cell membranes and changes lipid composition of the membrane (Quinn, 1985). Zeron et al. (2001) reported that oocyte membrane fluidity is affected by temperature alterations between seasons, as well as by changes in fatty acid composition. Furthermore, a relationship was documented between decreased polyunsaturated fatty acid content, a change in biophysical behavior of oocytes, and low fertility of dairy cows during summer. Zeron et al. (2001) documented that mono- and polyunsaturated fatty acid contents are lower in oocytes and granulosa cells in the summer compared to the winter season in dairy cattle. The number of high quality oocytes was higher in ewes fed polyunsaturated fatty acids than in control ewes (74.3 and 57.0%, respectively), and polyunsaturated fatty acid supplementation increased the proportion of long chain fatty acids in the plasma and cumulus cells (Zeron et al., 2002). However, these changes in fatty acid composition were relatively small in oocytes indicating that uptake of polyunsaturated fatty acids to the oocyte is either selective or highly regulated. Bilby et al. (2006b) observed no effect of polyunsaturated versus monounsaturated fatty acids when sequential oocyte aspirations were used in lactating dairy cows during summer HS. However, diameter of the ovulatory follicle was increased in polyunsaturated fatty acid compared with monounsaturated fed lactating dairy cattle. In addition, polyunsaturated fatty acids may have a potential role in reducing pulsatile secretion of prostaglandins at or around the time of maternal recognition of pregnancy (Bilby 2006 c,d). Understanding the biological windows and the role each individual fatty acid plays in reproduction could enhance summer fertility.

Wheelock et al. (2010) previously demonstrated that maximizing rumen production of glucose precursors (i.e. propionate) may be an effective strategy to maintain production during HS. A safe and effective method of maximizing rumen propionate production is with monensin. In addition, monensin may assist in stabilizing rumen pH during stress situations. Propylene glycol is fed typically in early lactation but may also be an effective method of increasing propionate production during HS. With the increasing demand for biofuels and subsequent supply of glycerol, it will be of interest to evaluate glycerol's efficacy and safety in ruminant diets during the summer months.

There may be feed additives, which can partially alleviate HS through increased heat dissipation; thereby lowering internal body temperature. In several studies, fungal cultures in the diet decreased body temperatures and respiration rates in hot, but not cool, weather (Huber et al., 1994). Recently, Shwartz et al. (2009) fed a novel yeast culture formulation or an unsupplemented control to lactating dairy cows under HS condition. The yeast culture fed cows had a slightly reduced body temperature with no difference in milk production or dry matter intake. Authors concluded that feeding yeast culture did not prevent or ameliorate the negative effects of heat stress.

The vitamin niacin (B3) is known to increase peripheral vasodilation which increased sweat gland activity in humans and dairy cattle (Gille et al., 2008; Di Costanzo et al., 1997). However, unprotected niacin is rapidly metabolized in the rumen resulting in poor delivery to the small intestine (Campbell et al., 1994). A recent experiment in Arizona showed an increase in sweating rates and lower core body temperatures when encapsulated niacin was fed to lactating cows compared to thermal neutral controls (Zimbelman et al., 2010). A follow-up study was conducted on a commercial dairy farm during the summer months in Arizona with rumen protected niacin being fed to late lactation dairy cows. Results showed similar effects with lower core body temperatures during the hot part of the day with an additional increase in fat- and energy-corrected milk (Zimbelman et al., 2008).

The use of encapsulation techniques to by-pass the rumen, feed additives to improve heat loss, and (or) manipulating cellular biochemical composition may improve reproductive function during the summer months; however, more studies are warranted.

Modifications to reproduction programs

Natural service fertility

A majority of dairy producers still utilize natural service as a component of their reproductive program further accentuating the effects of HS on reproductive performance in dairy cattle. Heat stress significantly impairs natural service sires by effects on spermatogenesis and reduced libido. Semen quality decreases when bulls are continually exposed to ambient temperatures of 30 °C for 5 wk or 37.5 °C for 2 wk despite no apparent effect on libido. Heat stress decreases sperm concentration, lowers sperm motility, and increases percentage of morphologically abnormal sperm in an ejaculate. After a period of HS, semen quality does not return to normal for approximately 2 mo because of the length of the spermatogenic cycle, adding to the carry-over effect of HS on reproduction. However, the use of frozen-thawed conventional semen and AI, by-passes effects of heat stress on male fertility. For example, many dairy producers in the US use A.I. for a set number of breedings (i.e. 3 A.I. breedings) and then move the cow to a corral with natural breeding; however, it may be advantageous to continue to A.I. for several more breedings to by-pass the deleterious effects described above during and for a 2 mo period after HS. Also, the use of natural mating will improve genetic progress and decrease the chance of cows contracting a disease introduced by natural mating.

Timed artificial insemination

The use of fixed timed AI (TAI) to avoid the deleterious effects of reduced estrous detection has been well documented. Utilizing some type of TAI protocol (i.e., Ovsynch, Cosynch72, or Ovsynch56), either coupled with or without estrous detection, can improve fertility during the summer. Past studies conducted in Florida during the summer months observed an increase in number of cows pregnant at 90 d (Arechiga et al., 1998) or 120 d postpartum (De la Sota et al., 1998) than cows inseminated at observed estrus, even though conception rate at first service was not different (Arechiga et al., 1998). The positive effects of the first service TAI during HS were consistent for the course of a year with fewer cows being culled (12.9 vs. 22 %) and additional cows conceiving (87 % vs. 78 %) if TAI was utilized for first service versus AI at detected

estrus (De la Sota et al., 1998). These results concluded that using TAI during HS decreased days open, interval from calving to first breeding, and services per conception versus insemination at detected estrus (De la Sota et al., 1998). Subsequently, Jordan et al. (2002) observed two different first-service TAI programs over the course of 11 mo and the effect of season on first insemination was not significant. Other studies have also reported more consistent pregnancy rates through the summer when a synchronization program was used compared with AI at detected estrus (Burke et al., 1996; Britt and Gaska, 1998). Although TAI ensures cows are inseminated by a certain day in milk and can by-pass reduced estrus detection seen during HS, these programs will not overcome the negative impacts of heat stress on oocyte maturation and embryo development.

Use of GnRH or hCG on or after estrus

Ovulation failure and undetected ovulations increase during HS (Gwazdauskas et al., 1981; Thatcher and Collier, 1986). One possible way to circumvent the lack of ovulation and possibly improve fertility in the summer is through an injection of GnRH at estrus. Ullah et al. (1996) injected GnRH into lactating dairy cows at detected estrus during late summer in Mississippi and increased conception rate from 18 % to 29 %. In agreement with this study, lactating dairy cows were injected with GnRH at the first signs of standing estrus during the summer and autumn months in Israel, and conception rates increased compared to untreated controls (41 % to 56 %, respectively; Kaim et al., 2003). Interestingly, a study conducted during the summer in Spain increased conception rates only when GnRH was injected at the time of AI and 12 days later (35.4 %) compared to injecting only at TAI (30.8 %) or only 12 d after TAI (20.6 %; Lopez-Gatius et al., 2006). Authors concluded that although double treatment with GnRH was lower, strong benefits were also registered following a single GnRH treatment at insemination. In addition, treatment did not affect twin pregnancy rates yet increased the incidence of an additional corpus luteum.

Progesterone production by the CL is critical for establishment and maintenance of pregnancy. In a recent review, Wolfenson et al. (2000) concluded that chronic heat stress reduces progesterone concentrations; however, progesterone concentrations may be increased after an acute heat stress. Several studies have shown that progesterone concentrations can be elevated by inducing an accessory CL with the use of GnRH or hCG from 5 – 14 d after AI. When injecting either hCG or a GnRH agonist on d 5 of the estrous cycle in lactating dairy cows during summer, formation of an accessory CL and elevated progesterone occurred (Schmitt et al., 1996). Nonetheless, conception rates were not improved during HS. Alternatively, Gandy et al. (2002) utilized a TAI program during summer and divided cows into three groups of either no treatment after TAI, GnRH on d 5 or GnRH on d 11 post-TAI. Pregnancy rates were improved for cows receiving GnRH on either d 5 (32.4%) or d 11 (38.2 %) after TAI compared with no treatment (18.9 %).

Further studies are warranted to ascertain when hormonal manipulation should be utilized post TAI, which hormonal product to use and at what degree of heat stress is hormonal administration post TAI needed.

Embryo manipulation and transfer

Embryo transfer can significantly improve pregnancy rates during the summer months (Drost et al., 1999). Embryo transfers can by-pass the period (i.e. before d 7) in which the embryo is more susceptible to HS. In a recent study, in vitro produced embryos with sex sorted semen were either vitrified or remained fresh and transferred after a timed embryo transfer program into lactating dairy cows during summer versus conventional AI (Stewart et al., 2011). Conception risk was doubled with fresh embryos (39 %) and no difference was found between vitrified embryos (27 %) compared with conventional AI (21 %). When calving rate and gender was evaluated, fresh embryos remained superior (27.5 %) compared with vitrified (17.1 %) or conventional AI (14.6 %) and number of heifers born was increased in both fresh and vitrified embryo groups versus conventional AI (88 % and 84 % vs. 50 %; Bilby et al., 2011). De Vries et al. (2011), evaluated the economic potential using a Markov chain dairy herd simulation model combined with linear programming. In this analysis, using in vitro produced embryos with sexed sorted semen with a cost of \$60 for an embryo with transfer and associated hormones for timed embryo transfer compared to \$20 for conventional AI with semen, insemination and hormonal costs for AI, improved profit per cow \$22 - \$42 depending on herd constraints. Nevertheless, embryo transfer is not a widely adopted technique. Improvements need to be made in the in vitro embryo production techniques, embryo freezing, timed embryo transfer, and lowering cost of commercially available embryos before this becomes a feasible solution. Logistical implementation on a large scale with the need of a skilled technician will also slow commercial adoption.

Hormonal treatments of embryos in vitro for improved post transfer survival during summer have been investigated. Past studies have shown improved development of the embryo to the blastocyst stage when bovine embryos were stimulated with IGF-I (Moreira et al., 2002a,b; Block et al., 2003). The IGF-I has proven beneficial in not only stimulating embryo development, but in protecting embryos from deleterious effects of thermal stress. Jousan and Hansen (2004) conducted a series of studies utilizing in vitro fertilized (IVF) bovine embryos cultured with or without IGF-I. For the first experiment, d 5 embryos (≥ 16 cells) were exposed to either a thermal neutral environment (38.5 °C for 24 h) or heat stress environment (41°C for 9 h followed by 38.5 °C for 15 h). Heat stress reduced the total cell number at 24 h after initiation of heat stress and elevated the number of apoptotic cells within the embryo. However, IGF-I blocked the reduction in cell number and reduced the percent of cells within the embryo that were apoptotic. In addition, the second experiment utilized similar treatments but evaluated embryos at d 8 and similar results were obtained. This series of experiments, and others, illustrate that IGF-I can enhance embryo survival during thermal stress in vitro.

Since IGF-I appears to have thermal protective properties in vitro, studies were designed to investigate whether transferring embryos cultured with IGF-I into recipient cows during heat stress would improve pregnancy rates (Block et al., 2003). Lactating Holstein, heat stressed cows (n = 260) were synchronized with a TAI protocol and received an IVF produced embryo cultured with or without IGF-I (100 ng/mL) on d 7. A single embryo was transferred to all recipients (n = 210) with a palpable CL. Transfer of IGF-I-treated embryos increased pregnancy rate at d 53, tended to increase pregnancy rate at d 81, and improved calving rates (Block et al., 2003). This proved that

transferring IVF produced embryos cultured with IGF-I can improve pregnancy rates in recipient, heat stressed dairy cows.

Although the results from these studies confirm that IGF-I affects the embryo in vitro to improve viability during thermal stress, the question remains if elevated peripheral IGF-I in vivo can stimulate pregnancy rates during summer. Additional studies were conducted in Florida utilizing recombinant bovine somatotropin (rbST) to stimulate IGF-I production and possibly improve fertility during summer (Jousan et al., 2007). Lactating dairy cows (n = 276) were synchronized and received sequential injections of rbST treatments beginning at approximately 60 DIM or no treatment with rbST. Pregnancy rates (d 45 – 80) did not differ between control and bST treated cows for first (15.2% vs. 16.7%) or second-service TAI (17.2 vs. 14.8%). However, plasma concentrations of IGF-I, milk yield, and rectal and vaginal temperatures were greater for bST treated cows with a reduction in body condition score (Jousan et al., 2007).

Since elevated body temperature compromises fertility in lactating dairy cows (e.g., a 0.5° C increase in uterine temperature on the day of insemination resulted in a 12.8% decrease in fertility; Gwazdauskas et al., 1973), it is possible that rbST treatment protected the developing embryo from the elevated body temperature associated with rbST, ultimately maintaining similar pregnancy rates.

Manipulation of embryos in vitro and (or) development of hormonal therapies for use in vivo may allow for improvements in summer fertility.

Conclusion

Improved cooling is still the most profitable and effective way to improve both milk production and reproduction during the summer months. Evaporative cooling of prepartum cows and initiation of cooling earlier than once suspected can improve reproductive performance. Altering feeding strategies through the summer and the use of feed additives can help negate the negative effects of heat stress and lessen the severity of reduced fertility. Reproductive programs can be modified through hormonal manipulations, embryo transfer and continued AI to by-pass critical time points of which HS appears to be most detrimental. Research is still warranted in developing novel approaches to improve the already low fertility of lactating dairy cows during HS.

Acknowledgements

Some projects mentioned herein were supported by Agriculture and Food Research Initiative Competitive Grant no. 2010-85122-20623 from the USDA National Institute of Food and Agriculture

Literature Cited

- Al-Katanani, Y. M., D. W. Webb, and P. J. Hansen. 1999. Factors affecting seasonal variation in 90-day nonreturn rate to first service in lactating Holstein cows in a hot climate. *J. Dairy Sci.* 82(12):2611-2616.

- Armstrong, D.V. 1994. Heat stress interactions with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77:2044-2050.
- Avendano-Reyes, L., F.D. Alvarez-Valenzuela, A. Correa-Calderon, J.S. Saucedo-Quintero, P.H. Robinson, and J.G. Fadel. 2006. Effect of cooling Holstein cows during the dry period on postpartum performance under heat stress conditions. *Livestock Sci.* 105:198-206.
- Badinga, L., W.W. Thatcher, T. Diaz, M. Drost, and D. Wolfenson. 1993. Effect of environmental heat stress on follicular development and steroidogenesis in lactating Holstein cows. *Theriogenology* 39:797-810.
- Beam, S. W., and W. R. Butler. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J. Reprod. Fertil.* 54:411-424.
- Beede, D. K. and R.J. Collier. 1986. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *J. Anim. Sci.* 62:543-554.
- Berman, A. J. 2005. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *J. Anim. Sci.* 83:1377-1384.
- Berman, A., Y. Folman, M. Kaim, M. Mamen, Z. Herz, D. Wolfenson, A. Arieli, and Y. Graber. 1985. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical environment. *J. Dairy Sci.* 68:1488-1495.
- Berry, I.L., M. D. Shanklin and H.D. Johnson. 1964. Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity. *Trans. Am. Soc. Ag. Eng.* 7:329-331.
- Biggers, B. G., R. D. Geisert, R. P. Wettemann, and D. S. Buchanan. 1987. Effect of heat stress on early embryonic development in the beef cow. *J. Anim. Sci.* 64:1512-1518.
- Bilby, T. R., A. Sozzi, M. M. Lopez, F. Silvestre, A. D. Ealy, C. R. Staples, and W. W. Thatcher. 2006a. Pregnancy, bovine somatotropin, and dietary n-3 fatty acids in lactating dairy cows: I. Ovarian, conceptus and growth hormone – Insulin-like growth factor system responses. *J. Dairy Sci.* 89:3375-3385.
- Bilby, T.R., J. Block, B. C. do Amaral, O. Sa Filho, F. T. Silvestre, P. J. Hansen, C. R. Staples, and W. W. Thatcher. 2006b. Effects of Dietary Unsaturated Fatty Acids on Oocyte Quality and Follicular Development in Lactating Dairy Cows in Summer. *J. Dairy Sci.* 89:3891-3903.
- Bilby, T.R., A. Guzeloglu, L. A. MacLaren, C. R. Staples, and W. W. Thatcher. 2006c. Pregnancy, Bovine Somatotropin, and Dietary n-3 Fatty Acids in Lactating Dairy Cows: II. Endometrial Gene Expression Related to Maintenance of Pregnancy. *J. Dairy Sci.* 89:3375-3385.
- Bilby, T.R., T. Jenkins, C. R. Staples, and W. W. Thatcher. 2006d. Pregnancy, Bovine Somatotropin, and Dietary n-3 Fatty Acids in Lactating Dairy Cows: III. Fatty Acid Distribution. *J. Dairy Sci.* 89:3375-3385.
- Block J., M. Drost, R.L. Monson, J.J. Rutledge, R.M. Rivera, F.F. Paula-Lopes, O.M. Ocon, C.E. Krininger, J. Liu, and P.J. Hansen. 2003. Use of insulin-like growth factor-I during embryo culture and treatment of recipients with gonadotropin-releasing hormone to increase pregnancy rates following the transfer of in vitro-produced embryos to heat-stressed, lactating cows. *J. Anim. Sci.* 81(6):1590-602.
- Britt, J.S. and J. Gaska. 1998. Comparison of two estrus synchronization programs in a large, confinement-housed dairy herd. *JAVMA* 212:210-212.

- Burke, J.M., R.L. De La Sota, C.A. Risco, C.R. Staples, E.J.P. Schmitt, and W.W. Thatcher. 1996. Evaluation of times insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:1385-1393.
- Butler, W. R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:449-457.
- Campbell, J.M., M.R. Murphy, R.A. Christensen, and T.R. Overton., 1994. Kinetics of niacin supplements in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77:566-575.
- Collier, R.J., R.B. Zimbelman, R.P. Rhoads, M.L. Rhoads, and L.H. Baumgard. 2011. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. *Proc. of Western Dairy Management Conference* pg 113 – 126.
- Collier, R. J., D. K. Beede, W. W. Thatcher, L. A. Israel, and C. J. Wilcox. 1982a. Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. *J. Dairy Sci.* 65:2213–2227.
- Collier, R. J., S. G. Doelger, H. H. Head, W. W. Thatcher, and C. J. Wilcox. 1982b. Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 54:309–319.
- Coppock, C.E. 1985. Energy nutrition and metabolism of the lactating dairy cow. *J. Dairy Sci.* 68:3403-3410.
- De Vries A., T. R. Bilby, J. Block, P. J. Hansen. 2011. Economic evaluation of embryo transfer in dairy cows during the summer using linear programming. *J. Dairy Sci.* (Suppl.): (Abstr) in press.
- De la Sota, R.L., J.M. Burke, C.A. Risco, F. Moreira, M.A. DeLorenzo, and W.W. Thatcher. 1998. Evaluation of timed insemination during summer heat stress in lactating dairy cattle. *Theriogenology* 49:761–770.
- Di Constanzo, A., J.N. Spain, and D.E. Spiers., 1997. Supplementation of nicotinic acid for lactating Holstein cows under heat stress conditions. *J. Dairy Sci.* 80: 1200-1206.
- Drackley, J.K. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *J. Dairy Sci.* 82:2259-2273.
- Drost, M., J. D. Ambrose, M. J. Thatcher, C. K. Cantrell, K. E. Wolsdorf, J. F. Hasler, and W. W. Thatcher. 1999. Conception rates after artificial insemination or embryo transfer in lactating dairy cows during summer in Florida. *Theriogenology* 52:1161–1167.
- Edwards, J. L., and P. J. Hansen. 1997. Differential responses of bovine oocytes and preimplantation embryos to heat shock. *Mol. Reprod. Dev.* 46:138-145.
- Gandy, S., S. Bowers, K. Graves, A. Elias, S. Willard, and C. Whisnant. 2002. Administration of GnRH post-breeding improves pregnancy rates and increases serum concentrations of progesterone during heat stress in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 80(Suppl.2):17. (Abstr.).
- Garcia-Ispierto, F. Lopez-Gatius, G. Bech-Sabat, P. Santolaria, J. L. Yaniz, C. Nogareda, F. De Rensis, and M. Lopez-Bejar. 2007. Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in northeastern Spain. *Theriogenology* 67:1379-1385.

- Garnsworthy, P. C., and R. Webb. 1999. The influence of nutrition on fertility in dairy cows. In: P.C. Garnsworthy and J. Wiseman (eds), *Recent Advances in Animal Nutrition, 1999*, (Nottingham University Press, UK), 39-57.
- Gille, A., E.T. Bodor, K. Ahmed, and S. Offermanns., 2008. Nicotinic acid: pharmacological effects and mechanisms of action. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 48:4.1-4.28.
- Grohn, Y. T., and P. J. Rajala-Schultz. 2000. Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:605-614.
- Gwazdauskas, F. C., W. W. Thatcher, C. A. Kiddy, M. J. Paape, and C. J. Wilcox. 1981. Hormonal patterns during heat stress following PGF_{2a}-tham salt induced luteal regression in heifers. *Theriogenology* 16:271–285.
- Hahn, G. L. 1985. Management and housing of farm animals in hot environments. Pages 151-174 in *Stress Physiology in Livestock (Vol. 2)*. M. Yousef, ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Hansen, P. J., P. Soto, and R. P. Natzke. 2004. Mastitis and fertility in cattle – possible involvement of inflammation or immune activation in embryonic mortality. *Am. J. Reprod. Immunol.* 51:294-301.
- Hansen, P. J., and C. F. Arechiga. 1999. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.* 77(Suppl. 2):36–50.
- Holter, J.B., H.H. Hayes, W.E. urban, Jr., and A.H. Duthie. 1992. Energy balance and lactation response in Holstein cows supplemented with cottonseed with or without calcium soap. *J. Dairy Sci.* 75:1480-1494.
- Huber, J. T., G. Higginbotham, R. A. Gomez-Alarcon, R. B. Taylor, K. H. Chen, S. C. Chan, and Z. Wu. 1994. Heat stress interactions with protein, supplemental fat, and fungal cultures. *J. Dairy Sci.* 77:2080–2090.
- Hulme, M. 1997. Global warming. *Prog. Phys. Geogr.* 21:446–453.
- Jordan, E.J. 2003. Effects of heat stress on reproduction. *J. Dairy Sci.* 86:(E. Suppl.):E104-E114.
- Jousan, F. D., and P. J. Hansen. 2004. Insulin-like growth factor-I as a survival factor for the bovine preimplantation embryo exposed to heat shock. *Biol. Reprod.* 71:1665-70.
- Jousan F.D., L.A. de Castro e Paula, J. Block, and P.J. Hansen. 2007. Fertility of lactating dairy cows administered recombinant bovine somatotropin during heat stress. *J. Dairy Sci.* 90(1):341-51.
- Ju, J-C., J. E. Parks, and X. Yang. 1999. Thermotolerance of IVM-derived bovine oocytes and embryos after short-term heat shock. *Mol. Reprod. Dev.* 53:336-340.
- Kibler, H.H. and S. Brody. 1950. Influence of temperature, 5 ° to 95 °F, evaporative cooling from the respiratory and exterior body surfaces in Jersey and Holstein cows. *Missouri Agric. Exp. Sta. Bull. No. 461*. Columbia.
- Kaim, H., A. Bloch, D. Wolfenson, R. Braw-Tal, M. Rosenberg, H. Voet, and Y. Folman. 2003. Effects of GnRH administered to cows at the onset of estrus on timing of ovulation, endocrine responses, and conception. *J. Dairy Sci.* 86:2012-2021.
- Kamiya, M. et al. 2006. Effects of high ambient temperature and restricted feed intake on urinary and plasma 3-methylhistidine in lactating holstein cows. *J. Anim. Sci.* 77: 201-207.

- Kume, S., S. Takahashi, M. Kurihara, and T. Aii. 1989. Effect of hot environment on Ca and P metabolism in dairy cow. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 2:259-260.
- Leroy, J.L.M.R., T. Vanholder, G. Opsomer, A. Van Soom, and A de Kruif. 2006. The in vitro development of bovine oocytes after maturation in glucose and β -hydroxybutyrate concentrations associated with negative energy balance in dairy cows. *Reprod. Dom. Anim.* 41:119-123.
- Lewis, G.S., W.W. Thatcher, E.L. Bliss, M. Drost, and R.J. Collier. 1984. Effects of heat stress during pregnancy on postpartum reproductive changes in Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 58:174-186.
- Lopez-Gatius, F., P. Santolaria, A. Martino, F. Deletang and F. De Rensis. 2006. The effects of GnRH treatment at the time of AI and 12 days on reproductive performance of high producing dairy cows during warm season in northeastern Spain.
- Mallonee, P.G., D.K. Beede, R.J. Collier and C.J. Wilcox. 1985. Production and physiological responses of dairy cows to varying dietary potassium during heat stress. *J. Dairy Sci.* 68:1479-1487.
- Mapletoft, R. J., C. E. Lindsell, and V. Pawlshyn. 1986. Effects of clenbuterol, body condition, and nonsurgical embryo transfer equipment on pregnancy rates in bovine recipients. *Theriogenology* 25:172. (Abstr.)
- Mihm, M., A. Bagnisi, M. P. Boland, and J. F. Roche. 1994. Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers. *J. Reprod. Fertil.* 102:123-130.
- Monty, D. E., and C. Racowsky. 1987. In vitro evaluation of early embryo viability and development in summer heat-stressed, superovulated dairy cows. *Theriogenology* 28:451-465.
- Moreira, F., L. Badinga, C. Burnley, and W. W. Thatcher. 2002a. Bovine somatotropin increases embryonic development in superovulated cows and improves post-transfer pregnancy rates when given to lactating recipient cows. *Theriogenology* 57:1371-1387
- Moreira, F., F. F. Paula-Lopes, P. J. Hansen, L. Badinga, and W. W. Thatcher. 2002b. Effects of growth hormone and insulin-like growth factor-I on development of in vitro derived bovine embryos. *Theriogenology* 57:895-907.
- Murphy, M.R., C.L. Davis, and G.C. McCoy. 1983. Factors affecting water consumption by Holstein cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 69:35-38.
- Nebel, R. L., S. M. Jobst, M.B.G. Dransfield, S. M. Pandolfi, and T. L. Bailey. 1997. Use of radio frequency data communication system, HeatWatch®, to describe behavioral estrus in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80 (Suppl. 1):179. (Abstr.)
- Paltra, P., S. Mondal, B.S. Prakash, and M.L. Madan. 1997. Peripheral inhibin levels in relation to climatic variations and stage of estrus cycle in buffalo (*Bubalus bubalis*). *Theriogenology* 47:989-995.
- Paula-Lopes, F. F., and P. J. Hansen. 2002. Heat-shock induced apoptosis in bovine preimplantation embryos is a developmentally-regulated phenomenon. *Biol. Reprod.* 66:1169-1177.
- Putney, D. J., M. Drost, and W. W. Thatcher. 1988a. Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperature between days 1 to 7 post insemination. *Theriogenology* 30:195-209.

- Putney, D. J., J. R. Malayer, T. S. Gross, W. W. Thatcher, P. J. Hansen, and M. Drost. 1988b. Heat stress-induced alterations in the synthesis and secretion of proteins and prostaglandins by cultured bovine conceptuses and uterine endometrium. *Biol. Reprod.* 39:717-728.
- Putney, D. J., M. Drost, and W. W. Thatcher. 1989. Influence of summer heat stress on pregnancy rates of lactating dairy cattle following embryo transfer or artificial insemination. *Theriogenology* 31:765-778.
- Quinn, P. J. 1985. A lipid-phase separation model of low-temperature damage to biological membranes. *Cryobiology* 29:255-266.
- Rensis, F.D., and R.J. Scaramuzzi. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cows—a review. *Theriogenology* 60:1139-1151.
- Rhoads, M.L., R. P. Rhoads, S. R. Sanders, S. H. Carroll, W. J. Weber, B. A. Crooker, R. J. Collier, M. J. VanBaale and L. H. Baumgard. 2007. Effects of Heat Stress on Production, Lipid Metabolism and Somatotropin Variables in Lactating Cows. *J. Dairy Sci.* 90(Suppl. 1):230. (Abstr.)
- Roth, Z., R. Median, R. Braw-Tal, and D. Wolfenson. 2000. Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. *J. Reprod. Fertil.* 120:83-90. *Reproduction* 122:737-744.
- Roth, Z., A. Arav, A. Bor, Y. Zeron, R. Braw-Tal, and D. Wolfenson. 2001. Improvement of quality of oocytes collected in the autumn by enhanced removal of impaired follicles from previously heat-stressed cows. *Reproduction* 122:737-744.
- Roth, Z., A. Bor, R. Braw-Tal, and D. Wolfenson. 2004. Carry-over effect of summer thermal stress on characteristics of the preovulatory follicle of lactating cows. *J. Them. Biol.* 29:681-685.
- Rocha, A., R. D. Randel, J. R. Broussard, J. M. Lim, R. M. Blair, J. D. Roussel, R. A. Godke, and W. Hansel. 1998. High environmental temperature and humidity decrease oocyte quality in *Bos Taurus* but not in *Bos indicus* cows. *Theriogenology* 49:657-665.
- Roush, W. 1994. Population—the view from Cairo. *Science* 265: 1164-1167.
- Rutledge, J. J., R. L. Monson, D. L. Northey, and M. L. Leibfried-Rutledge. 1999. Seasonality of cattle embryo production in a temperate region. *Theriogenology* 51(Suppl.1):330. (Abstr.)
- Ryan, D.P., and M.P. Boland. 1991. Frequency of twin births among Holstein X Friesian cows in a warm dry climate. *Theriogenology* 36:1-10.
- Sartori, R., R. Sartor-Bergfelt, S.A. Mertens, J.N. Guenther, J.J. Parrish, and M.C. Wiltbank. 2002. *J. Dairy Sci.* 85:2803 – 2812.
- Schneider, P.L., D.K. Beede, and W.L. Wilcox. 1986. Responses of lactating dairy cows to dietary sodium source and potassium quantity during heat stress. *J. Dairy Sci.* 69:99-110.
- Schmitt, E.J.-P., T. Diaz, C.M. Barros, R.L. de la Sota, M. Drost, E.W. Fredriksson. 1996. Differential response of the luteal phase and fertility in cattle following ovulation of the first-wave follicle with human chorionic gonadotropin or an agonist of gonadotropin-releasing hormone. *J. Anim. Sci.* 74:1074-1083.
- Shwartz, G., M.L. Rhoads, M.J. VanBaale, R.P. Rhoads, and L.H. Baumgard. 2009. Effects of a supplemental yeast culture on heat-stressed lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 92:935-942.

- Silanikove, N. 1992. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: A review. *Livestock Prod. Sci.* 30:175-194.
- Skaar, T. C., R. R. Grummer, M. R. Dentine, and R. H. Stauffacher. 1989. Seasonal effects of prepartum and postpartum fat and niacin feeding on lactation performance and lipid metabolism. *J. Dairy Sci.* 72:2028-2038.
- Stewart, B.M., J. Block, P. Morelli, A.E. Navarrette, M. Amstalden, L. Bonilla, P.J. Hansen, and T.R. Bilby. 2011. Efficacy of embryo transfer in lactating dairy cows during summer using fresh or vitrified embryos produced in vitro with sex-sorted semen. *J. Dairy Sci.* in press.
- Bilby, T. R., J. Block, B. M. Stewart, P. Morelli, L. Bonilla, and P.J. Hansen. 2011. Efficacy of embryo transfer in lactating dairy cows during summer using fresh or vitrified embryos produced in-vitro with sex-sorted semen. II. Calving data. *J. Dairy Sci. (Suppl.): (Abstr)* in press
- Sutton-McDowall., M.L., R.B. Gilchrist, and J. G. Thompson. 2010. The pivotal role of glucose metabolism in determining oocyte developmental competence. *Reproduction* 139:685-695.
- Thatcher, W. W., and R. J. Collier. 1986. Effects of climate on bovine reproduction. In: D. A. Morrow (Ed.) *Current Therapy in Theriogenology* 2. pp 301–309. W. B. Saunders, Philadelphia.
- Ullah, G., J.W. Fuquay, T. Keawhoong, B.L. Clark, D.E. Pogue, and E.J. Murphy. 1996. Effect of gonadotrophin-releasing hormone at estrus on subsequent luteal function and fertility in lactating Holstein during heat stress. *J. Dairy Sci.* 79:1950–1953.
- Urdaz, J.H., M.W. Overton, D.A. Moore, and J.E.P. Santos. 2006. Technical Note: Effects of adding shade and fans to a feedbunk sprinkler system for preparturient cows on health and performance. *J. Dairy Sci.* 89:2000-2006.
- Wang, J.P., D.P. Bu, J.Q. Wang, X.K. Huo, T.J. Guo, H.Y. Wei, L.Y. Zhou, R.R. Rastani, L.H. Baumgard and F.D.L. 2010. Effect of saturated fatty acid supplementation on production and metabolism indices in heat-stressed mid-lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:4121-4127.
- West, J. 1999. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci. Suppl.* 2:21 – 35.
- Wheelock, J.B., R.P. Rhoads, M.J. VanBaale, S.R. Sanders and L.H. Baumgard. 2010. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 93:644-655
- Wiersma, F., and D. V. Armstrong. 1983. Cooling dairy cattle in the holding pen. ASAE paper no. 83-4507. ASAE, St. Joseph, MI.
- Wiersma, F., and D. V. Armstrong. 1988. Evaporative cooling dry cows for improved performance. ASAE paper no. 88-4053, St. Joseph, MI.
- Wildman, C.D., J.W. West, and J.K. Bernard. 2007. Effect of dietary cation-anion difference and dietary crude protein on performance of lactating dairy cows during hot weather. *J. Dairy Sci.* 90:1842-1850.
- Wilson, S. J., R. S. Marion, J. N. Spain, D. E. Spiers, D. H. Keisler, and M. C. Lucy. 1998. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 1. Cows. *J. Dairy Sci.* 81:2139–2144.
- Wolfenson, D., I. Flamenbaum, and A. Berman. 1988. Dry period heat stress relief effects on prepartum progesterone, calf birth weight and milk production. *J. Dairy Sci.* 71:809-818.

- Wolfenson, D., F. F. Bartol, L. Badinga, C. M. Barros, D. N. Marple, K. Cummins, D. Wolfe, M. C. Lucy, T. E. Spencer, and W. W. Thatcher. 1993. Secretion of PGF₂ α and oxytocin during hyperthermia in cyclic and pregnant heifers. *Theriogenology* 39:1129-1141.
- Wolfenson D, W.W. Thatcher, L. Badinga, J.D. Savio, R. Meidan, B.J. Lew, R. Braw-Tal and A. Berman. 1995. Effect of heat stress on follicular development during the estrous cycle in lactating dairy cattle. *Biol. Reprod.* 52:1106-1113.
- Wolfenson, D., B. J. Lew, W. W. Thatcher, Y. Graber, and R. Meidan. 1997. Seasonal and acute heat stress effects on steroid production by dominant follicles in cow. *Anim. Reprod. Sci.* 47:9–19.
- Wolfenson, D., Z. Roth, and R. Meidan. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim. Reprod. Sci.* 60/61:535–547.
- Zeron, Y., D. Sklan, and A. Arav. 2002. Effect of polyunsaturated fatty acid supplementation on biophysical parameters and chilling sensitivity of ewe oocytes. *Mol. Reprod. Dev.* 61:271-278.
- Zimbelman, L. H. Baumgard, and R. J. Collier. 2010. Effect of encapsulated niacin on evaporative heat loss and body temperature in moderately heat-stressed lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 93:2387-2394.
- Zimbelman, R. J. Collier and T.R. Bilby. 2008. Effects of feeding encapsulated niacin on core body temperature, milk production and composition in lactating dairy cows during heat stress. *J. Dairy Sci. Suppl.*1(abst).
- Zeron, Y., A. Ocheretny, O. Kedar, A. Borochoy, D. Sklan, and A. Arav. 2001. Seasonal changes in bovine fertility: relation to developmental competence of oocytes, membrane properties and fatty acid composition of follicles. *Reproduction* 121:447-454.
- Zeron, Y., D. Sklan, and A. Arav. 2002. Effect of polyunsaturated fatty acid supplementation on biophysical parameters and chilling sensitivity of ewe oocytes. *Mol. Reprod. Dev.* 61:271-278.
- Zimbelman, R. B., R. J. Collier, and T. R. Bilby. 2008. Effect of encapsulated niacin on resistance to acute thermal stress in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci. (Suppl. 1): Abstr.*

GANADERÍA, SEQUÍA Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN PASTIZALES

Carlos Aguirre-Calderón¹, Alberto Lafón Terrazas², Jürgen Hoth⁵, Carlos Villalobos
González³, Enrique Sánchez Granillo⁴, Carmelo Pinedo Álvarez², Ramón Gutiérrez
Luna⁵

¹Instituto Tecnológico de El Salto, Durango. ²Facultad de Zootecnia y Ecología Universidad Autónoma de Chihuahua. ³Texas Tech University. ⁴Unión Ganadera Regional de Chihuahua, ⁵Biosfera del Anáhuac, A.C., ⁵Campo Experimental Zacatecas-CIRNOC-INIFAP

Introducción

Las prácticas inadecuadas de ganadería, principalmente la excesiva carga animal y el pastoreo continuo, han sido los factores que mayormente han influido en el deterioro de los pastizales del Desierto Chihuahuense, ya que han propiciado la pérdida de la cubierta vegetal, fragmentación de hábitat, alteración de la composición de especies e incremento en la erosión del suelo (Jones, 2000; Dinerstein *et al.*, 2000). Adicionalmente, los efectos de esas actividades han sido acompañados de extensos periodos de sequía (Cotera *et al.*, 2004).

Los pastizales, referidos como las comunidades dominadas por gramíneas, se encuentran entre los ecosistemas más amenazados en el ámbito mundial (IUCN, 2003). Lo mismo aplica para América del Norte (Gauthier *et al.*, 2003), para el Desierto Chihuahuense en México (Carreón *et al.*, 2008) y para el Estado de Chihuahua (Royo *et al.*, 2008). Estudios recientes confirman al Desierto Chihuahuense como una de las áreas más importantes en biodiversidad de aves a nivel nacional (Manzano-Fischer *et al.*, 2006; Panjabi *et al.*, 2010).

El deterioro de los pastizales es evidente y los estudios indican una tendencia hacia una mayor degradación (CONABIO, 2006). El estudio de los pastizales del norte de México de CFAN-CID (1965), encontró en el 85% de los predios sobrepastoreo, en el 87.5% erosión y en el 49.9% invasión de arbustivas. González y Fierro (1985) señalaron que 37.5 millones de hectáreas en el norte de México requerían de algún tipo de revegetación, por encontrarse degradadas por el sobrepastoreo. Melgoza *et al.* (1998) encontraron que entre 1961 y 1996, la producción promedio de forraje de pastizales en Chihuahua disminuyó un 76%. Royo *et al.* (2005) encontraron que entre 1978 y 2002 disminuyó 12.8% la superficie de los pastizales medianos, además de un deteriorado estado de salud del pastizal en los pastizales de Chihuahua. Valerio *et al.* (2005) encontraron que los pastizales de Chihuahua carecen de mantillo, presentan erosión severa, invasión de arbustivas, invasión de zacates introducidos y bajos porcentajes de cobertura basal. De allí que diversos sistemas de pastoreo han sido utilizados para aumentar la producción del pastizal y de los animales, sin embargo, pocos ranchos han logrado mantener una cobertura vegetal que garantice el buen funcionamiento del ecosistema pastizal y su biodiversidad, así como el mantenimiento de la productividad ganadera (Jurado *et al.*, 2006).

El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión de los impactos de la ganadería y la sequía sobre la biodiversidad en pastizales, así como identificar mejores prácticas ganaderas encaminadas a la conservación y uso sustentable de los pastizales en el Desierto Chihuahuense.

Resultados

Estado actual de los pastizales

Los pastizales se encuentran entre los ecosistemas más amenazados en el ámbito mundial (IUCN, 2003) y en América del Norte (Gauthier *et al.*, 2003). La pérdida de pastizales en el Desierto Chihuahuense ha alcanzado niveles preocupantes como resultado del manejo inadecuado de la ganadería, la expansión de la agricultura, la urbanización, el cambio climático y la presencia de especies invasoras, principalmente, durante los últimos 150 años (Carreón *et al.*, 2008; Royo *et al.*, 2008).

En 1963, el Consejo de Fomento Agropecuario del Norte de México realizó un estudio en el norte de México sobre la salud de la ganadería y los recursos naturales asociados (Escobar, 2008), los resultados del estudio indicaron que más del 80% de los 600 ranchos evaluados estaban sobre-pastoreados y ya presentaban problemas de erosión, además de que más del 50% presentaba problemas con invasión de arbustivas. Evaluaciones realizadas posteriormente por la Secretaría de Agricultura reiteran el progresivo estado de deterioro de los pastizales del Estado de Chihuahua (COTECOCA, 1978). En total se estima que en los últimos 50 años se ha perdido el 70% de la capacidad productiva de forraje del Desierto Chihuahuense y que en los últimos 20 años se ha reducido en 50% la producción ganadera del estado de Chihuahua (INIFAP, 2008).

La situación actual de los pastizales tiene problemas muy serios que no difieren de los encontrados en 1963 en el estudio del Consejo de Fomento Agropecuario del Norte de México (CFAN-CID, 1965).

Amenazas a la conservación y uso sustentable de los pastizales

Los pastizales del Desierto Chihuahuense han experimentado grandes cambios de pastizales perennes a matorral desértico desde mediados de 1800's. La razón exacta de estos cambios ha sido muy debatida, pero se piensa que las prácticas inadecuadas de pastoreo del ganado, el cambio climático y la supresión del fuego han contribuido a ello (Fredrickson *et al.*, 1998). Asimismo, la conversión de pastizales y la fragmentación causada por el hombre, han provocado un incremento en los escurrimientos y la erosión, una disminución de la diversidad biológica a través del aislamiento, reducción en un 60% de las poblaciones de aves de los pastizales, incremento en la invasión de especies no nativas y una disminución en la cantidad de forraje para animales domésticos y silvestres (Desmond *et al.*, 2005).

La biodiversidad de los pastizales del Desierto Chihuahuense ha estado influenciada por diversos factores de conversión de hábitat. Dinerstein *et al.* (2000) reportan que las malas prácticas ganaderas, la supresión del fuego y el desarrollo urbano son factores que han contribuido a la pérdida de la biodiversidad en el Desierto Chihuahuense.

Muchas especies de aves de pastizal de Norteamérica están sufriendo fuertes descensos poblacionales, probablemente debido a la pérdida y la degradación de sus hábitats en la mayor parte de su área de distribución. Más del 80% de las especies de aves de pastizal en el oeste de Norteamérica pasan el invierno en los pastizales del Desierto Chihuahuense del suroeste de Estados Unidos y el norte de México. Estos pastizales se pierden y se deterioran día a día por su conversión a tierras de cultivo, la desertificación y la invasión de arbustivas Macías-Duarte *et al.*, 2011). La velocidad precisa con la que se están perdiendo los pastizales es desconocida, pero parecen estarse incrementando y son insostenibles. La proliferación de plantas arbustivas y a desertificación son también amenazas serias y prevalentes para los pastizales del Desierto Chihuahuense. Dado que la mayoría de aves de pastizal migratorias que están disminuyendo dependen de los pastizales limitados del Desierto Chihuahuense para su supervivencia, la continua pérdida de estos pastizales probablemente exacerbará las disminuciones poblacionales en curso y podrían pronto crear un cuello de botella permanente limitando la conservación y recuperación de las aves de pastizal de Norteamérica (Panjabi *et al.*, 2010).

Prácticas de manejo del pastoreo

El pastoreo de ganado es la actividad de uso de la tierra más extendida en el Desierto Chihuahuense. El impacto del pastoreo sobre los pastizales depende en gran manera de las prácticas de manejo utilizadas. Las prácticas inapropiadas que reducen la productividad de las plantas y de los animales en el largo plazo, han llevado a la pérdida de la cubierta vegetal, mortalidad de especies de plantas, alteración de la composición de especies e incremento en la erosión del suelo (Jones, 2000). Además, éstas prácticas inadecuadas y el incremento de la frontera agrícola con una producción intensiva, han propiciado la fragmentación y pérdida del hábitat, promoviendo condiciones favorables para la invasión de arbustivas y a través del incremento de la infraestructura como cercos y carreteras (Dinerstein *et al.*, 2000). Los efectos de esas actividades de manejo han sido acompañados de extensos periodos de sequía y funciones hidrológicas alteradas en el Desierto Chihuahuense, observados especialmente durante los últimos 20 años.

Regímenes de fuego

Históricamente, el fuego fue común y extensivo en los pastizales del desierto, lo que contribuyó a mantener la integridad de estos ecosistemas. Los regímenes alterados de fuego, resultantes de la supresión de fuego y la remoción de combustibles por los animales domésticos y la fauna silvestre, pueden haber promovido el establecimiento de matorrales y la introducción de especies no nativas (Archer, 1994; Merola-Zwartjes, 2004).

Especies invasoras

Si bien se conoce poco acerca de la distribución y abundancia de las especies invasoras en los pastizales del Desierto Chihuahuense, se han reconocido los problemas causados por la invasión de especies no nativas en los ecosistemas y los efectos negativos asociados sobre los patrones globales de biodiversidad (Stohlgren *et al.*, 1999). Las especies invasoras tienen la habilidad de desplazar plantas y animales nativos, reduciendo la calidad del hábitat, perturbando los ciclos de nutrientes y del fuego, alterando la composición de la comunidad nativa y promoviendo nuevas invasiones (Osborn *et al.*, 2002; Aguirre *et al.*, 2006; Sosa *et al.*, 2007).

Cambios en el uso del suelo

La transformación de la cubierta vegetal de los pastizales ha sido impulsada, en gran parte, por el crecimiento de la población y algunas de sus consecuencias, tales como la demanda de alimentos y la ampliación de la infraestructura. La agricultura ha sido la actividad que más ha propiciado el cambio de uso de suelo de grandes superficies de pastizales. Entre las consecuencias más importantes del cambio de uso del suelo están las alteraciones en los ciclos biogeoquímicos (*e.g.*, agua y carbono), la pérdida de la biodiversidad y sus servicios ambientales asociados y el cambio climático global (SEMARNAT, 2006; Paz, 2010).

Los cambios de uso en el suelo producen alguno o varios de los siguientes efectos: (1) incremento en los escurrimientos y la erosión, (2) disminución de la diversidad biológica, (3) pérdida en las concentraciones y especies de aves, (4) incremento en la invasión de especies no nativas, (5) disminución en la cantidad de forraje y (6) reducción de especies vegetales de mayor valor nutritivo (ECOPAD 2007).

El INEGI reporta para el periodo 2002 – 2005 una superficie total de pastizal para el país de 14'896,314.1 has. La SEMARNAT (2009) menciona que la superficie de pastizal perdida por cambio de uso de suelo entre los años 2002 – 2007 en el país fue de 4,211 km², con una tasa anual de cambio en porcentaje de -0.83. Para el estado de Chihuahua se calcula una pérdida de aproximadamente 400,000 has de pastizal en los últimos cinco años por apertura ilegal de la frontera agrícola (Carreón *et al.*, 2008). En estado de Chihuahua más de 50 especies de flora silvestre con estatus de conservación federal se han visto afectadas (Royo y Melgoza, 2005). En el caso de la fauna silvestre, especies como el berrendo (*Antilocapra americana*) (peligro de extinción), el águila real (*Aquila chrysaetos*) (amenazada) (DOF, 2010) y otras especies prioritarias (CONANP – SEMARNAT 2008, 2009) han visto afectadas sus áreas de distribución como resultado de los cambio de uso de suelo. Las aves de pastizal migratorias que dependen de los pastizales del norte de México durante el invierno, advierten las disminuciones poblacionales más dramáticas (Peterson y Robbins, 1999), registrándose una tasa anual de 3.5% a partir de 1980 (Sauer *et al.*, 2007).

Cambio climático

El Desierto Chihuahuense se presenta como una de las regiones más vulnerables del país ante el cambio climático. Con un posible aumento de temperatura de 2°C en la temperatura media anual y la disminución de 100 mm de precipitación media anual esperada en los próximos 50 años. En México, recientes estudios predicen un recambio de especies (incluyendo extinciones y colonizaciones) de hasta 40% de la fauna del país, especialmente en sus regiones áridas (Townsend *et al.*, 2002).

Por otro lado, la misma actividad ganadera ha contribuido al cambio climático, según Steinfield *et al.* (2006) la producción pecuaria es una de las causas de los problemas ambientales más apremiantes del mundo, como el calentamiento del planeta, la degradación de las tierras, la contaminación atmosférica y del agua, y la pérdida de biodiversidad, ya que se estima que el ganado es responsable del 18% de las emisiones de gases que producen el efecto invernadero.

Tendencias de los pastizales

El deterioro de los pastizales es evidente y los pocos estudios disponibles indican una tendencia hacia un mayor estado de deterioro. El estudio de CFAN-CID (1965) describió el estado de los pastizales del norte de México, encontrando en el 85% de los predios evaluados sobrepastoreo, en el 87.5% erosión y en el 49.9% invasión de arbustivas. González y Fierro (1985) señalaron que 37.5 millones de hectáreas en el norte de México requerían de algún tipo de revegetación, por encontrarse degradadas por el sobrepastoreo. Melgoza *et al.* (1998) encontró que entre 1961 y 1996, la producción promedio de forraje de pastizales en el estado de Chihuahua disminuyó un 76%. Royo *et al.* (2005) encontraron que entre 1978 y 2002 hubo una disminución del 12.8% de la superficie de los pastizales medianos, además de un deteriorado estado de salud del pastizal en la mayor parte de los pastizales de Chihuahua. Valerio *et al.* (2005) en su estudio sobre la distribución, extensión espacial y condición de los pastizales en el estado de Chihuahua, mencionan que en forma general los pastizales presentan un alto grado de deterioro: carecen de mantillo, presentan erosión eólica severa, invasión de arbustivas nativas, invasión de gramíneas introducidas y bajos porcentajes de cobertura basal.

La tendencia hacia el futuro se ve potencialmente aun más agravada al tomar en cuenta que el Desierto Chihuahuense se encuentra entre las regiones de México más vulnerables ante el cambio climático (Townsend *et al.*, 2002). Este impacto no sólo se vincula a la probable mayor incidencia y severidad de sequías y disminución de la precipitación, sino también a la promoción de un mayor crecimiento y distribución de los matorrales y demás plantas leñosas beneficiadas por la mayor cantidad de carbono disponible en la atmósfera (USGCRP, 2009).

Además de lo anterior, el crecimiento de la población y el aumento de los ingresos en todo el mundo, aunados a la transformación de las preferencias alimentarias, están estimulando un acelerado incremento de la demanda de carne. Según la FAO (2007) entre 1980 y 2004, la producción de carne en los países en desarrollo se triplicó y el consumo per cápita se duplicó. Si bien los consumidores de los países desarrollados siguen consumiendo entre tres y cuatro veces más carne por persona, los países en desarrollo representaron más del 80 por ciento del incremento de la producción en los últimos 25 años, y ahora producen y consumen más de la mitad de la carne del mundo.

Ganadería y sequía

Las sequías son características de los pastizales, sin embargo, las investigaciones sobre la sequía siguen siendo limitadas. En Estados Unidos los planes de manejo de riesgos ahora incluyen la inversión en el desarrollo de los recursos naturales y planes de conservación, reducción en la carga animal, diversificación de ingresos y la inscripción en los programas de asistencia de desastre federal (Cappock, 2011). En México, a pesar de los eventos recurrentes de sequía, la cual afecta grandes extensiones del norte de México, exacerbada por los cambios climáticos (Townsend *et al.*, 2002), la discusión sobre buenas prácticas entre organizaciones federales relacionadas al desarrollo ganadero (e.g. SAGARPA) o a la conservación de la integridad ecológica de los ecosistemas (e.g., SEMARNAT, CONABIO, CONANP, INE) parece ser aun muy limitada.

Esquemas de conservación

Del total de la superficie del Desierto Chihuahuense, solo el 2.5% está bajo protección formal por el gobierno federal a través de Áreas Naturales Protegidas (Dinerstein *et al.*, 2000). Los hábitat de pastizales en la ecoregión han sido identificados y priorizados para su conservación por el World Wildlife Fund (Dinerstein *et al.*, 2000). La Comisión para la Cooperación Ambiental y The Nature Conservancy, han identificado las áreas de los pastizales prioritarios para su conservación a nivel trinacional (Canadá, EUA y México) (Karl y Hoth, 2005; Pool y Panjavi, 2011). El reto del sector ganadero mexicano es lograr una ganadería sustentable establecida sobre nuevas bases que incluyen la necesidad de conservar los recursos naturales. En México ya se cuenta con estrategias ecorregionales (ECOPAD, 2007, PMARCP-DCh, 2012) y planes de acción estatales (PACP-Ch, 2011) que promueven el manejo sustentable de la ganadería en pastizales.

Mejores prácticas ganaderas

En México no parecen existir muchos trabajos que analicen las mejores prácticas ganaderas. De los trabajos realizados, están los del INIFAP por Jurado *et al.* (2006) y Chávez Silva *et al.* (2009), donde se comparan ranchos de Chihuahua manejados de manera tradicional contra otros manejados de manera integral. Por otra parte están los trabajos realizados por organizaciones conservacionistas como The Nature Conservancy (Aguirre y Hoth, 2008, no publicado) y Aguirre (2012) realizado en varios ranchos privados y ejidales del desierto Chihuahuense. El Rocky Mountain Bird Observatory publicó un manual para mejorar la calidad del hábitat de aves y demás fauna silvestre, al mismo tiempo que se mejora la actividad ganadera (Duarte *et al.*, 2011).

El reto del sector ganadero mexicano es lograr una ganadería sustentable establecida sobre nuevas bases que incluyen la necesidad de conservar los recursos naturales, por lo que es urgente mejorar las prácticas ganaderas en México y acelerar el cambio a través del aprendizaje tanto de experiencias en marcha en el país por los últimos 20 años, así como experiencias aplicables de ranchos de EUA, Canadá y Sudamérica.

Conclusiones

Es urgente la ejecución de mejores prácticas enfocadas a la conservación y uso sustentable de los pastizales, principalmente en las áreas de propiedad comunal, implementando acciones tales como el pago por servicios ambientales y servidumbres ecológicas, las cuales pueden propiciar la recuperación de los agostaderos degradados.

El análisis de la información ha permitido identificar mejores prácticas ganaderas a partir de las diferencias encontradas en los esquemas de manejo evaluados. Estas mejores prácticas están enfocadas básicamente a dos áreas de manejo en el rancho: manejo de pastizales y manejo del ganado.

En cuanto a manejo de pastizales las mejores prácticas que se deben llevar a cabo son: manejo de la carga animal de acuerdo a la disponibilidad de forraje; rotación de potreros que promueva la recuperación del pastizal; rehabilitación de áreas degradadas mediante la implementación de prácticas de conservación de suelo y agua; sistema de monitoreo

permanente que permita conocer las tendencias del pastizal con la implementación de las prácticas de manejo.

Las mejores prácticas de manejo de ganado que deben realizarse son: registros de producción para identificar animales con bajos índices productivos y desecharlos; pruebas de fertilidad a vacas y sementales; suplementación mineral permanente para mejorar los parámetros productivos y reproductivos.

Las bases para la elaboración de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad con fines de certificación de ranchos ganaderos deben estar sustentadas en los siguientes aspectos: aplicación de mejores prácticas ganaderas que garanticen la sustentabilidad ambiental de la producción, el bienestar animal, la bioseguridad y las herramientas de rentabilidad de los sistemas productivos.

Literatura Citada

- Aguirre C. C. E. 2012. Estado actual de los pastizales del Desierto Chihuahuense y estrategias para su conservación y uso sustentable. Disertación Doctoral. Universidad Autónoma de Chihuahua. México.
- Aguirre C. y J. Hoth, 2008. Mejores prácticas ganaderas para la conservación y uso sustentable del pastizal en el Desierto Chihuahuense. The Nature Conservancy. 14 pp. (Documento no publicado).
- Aguirre, C.C.E. A. Lafón T., M. Sosa C. y M. Esqueda C. 2006. Impacto del zacate africano sobre las poblaciones de pequeños mamíferos en los pastizales centrales de Chihuahua. En Memorias del XXIII Simposio sobre Fauna Silvestre “Gral. MV. Manuel Cabrera Valtierra”. Zacatecas, Zac.
- Archer, S. 1994. Woody plant encroachment into southwestern grasslands and savannas: rates, patterns and proximate causes. En Ecological implications of livestock herbivory in the West. M. Vavra, W.A. Laycock, y R.D. Pieper, eds. Society for Range Management, Denver, CO.
- Cappock, D.L. 2011. Ranching and Multiyear Droughts in Utah: Production Impacts, Risk Perceptions, and Changes in Preparedness. *Rangeland Ecol Manage* 64:607–618
- Carreón H. E., J. C. Guzmán-Aranda, C. Pinedo A. y A. Lafón T. 2008. Cambios en la cobertura vegetal de la Ecoregión Desierto Chihuahuense: Análisis retrospectivo de las décadas 1970 – 2000. En Memorias del V Simposio Internacional de Pastizales. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.
- CFAN-CID. 1965. Estudio integral preliminar de la ganadería de la zona norte de la República Mexicana. Centro de Investigación del Desarrollo Tomo IV. Inventario de Recursos Ganaderos en el Norte de México. COPARMEX. México.
- CONABIO. 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONANP – SEMARNAT (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008. Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Águila Real (*Aquila chrysaetos*). México, D.F. 50 pp.
- CONANP – SEMARNAT (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Berrendo (*Antilocapra americana*). México, D.F. 86 pp.
- COTECOCA. 1978. Comisión Técnica Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero, Chihuahua. Subsecretaría de Ganadería. SARH. México.
- Cotera, M., E. Guadarrama, J. Brenner, A.M. Arango, M.E. García G., A. Ganem, G. Bell, S. Yanoff, T. Sullivan, S. Najera, P. Gronemeyer, J. Weigel, J. Karges, B. McCready, D. Mehlman, J. Bergan, J. King, M. Gallyoun, D.L. Certain, R. Potts, J. Wrinkle, J. Bezaury, H.M. Arias, J. Atchley, and I.E. Parra. 2004. Ecoregional conservation assessment of the Chihuahuan Desert. Pronatura Noreste, The Nature Conservancy and World Wildlife Fund.

- Chauvet, M. 1997. La Ganadería Mexicana frente al fin de siglo. Departamento de Sociología, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México. Prepared for delivery at the 1997 meeting of the Latin American Studies Association Continental Plaza Hotel Guadalajara, México Abril 17-19, 1997.
- Chávez-Silva, H. y F. González, 2008. Capítulo VI. Estudios Zootécnicos (Animales en pastoreo). En: Rancho Experimental La Campana 50 años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal. A. Chavez Silva (ed). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Centro de Investigación Regional Norte-Centro. México 213. pp.
- Desmond, M.J., K.E. Young, B.C. Thompson, R. Valdez, y A. Lafon T. 2005. Habitat associations and conservation of grassland birds in the Chihuahuan Desert Region: two case studies in Chihuahua, Mexico. En Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico. J.L.E. Cartron, G. Ceballos, y R.S. Felger, eds. Oxford University Press, New York.
- Dinerstein, E., D. Olson, J. Atchley, C. Loucks, S. Contreras-Balderas, R. Abell, E. Iñigo, E. Enkerlin, C.E. Williams, and G. Castilleja (Eds.). *Ecoregion-Based Conservation in the Chihuahuan Desert: A Biological Assessment*. 2000. World Wildlife Fund, CONABIO, The Nature Conservancy, Pronatura Noreste and ITESM.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.
- ECOPAD, 2007. Estrategia para la Conservación para los Pastizales del Estado de Chihuahua. C. Aguirre, J. Hoth y A. Lafón (Eds.). Chihuahua, Chih.
- Escobar, R. 2008. Historia del Rancho Experimental la Campana. En Rancho Experimental La Campana 50 años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal. A. Chávez S., ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Centro de Investigación Regional Norte-Centro. México.
- FAO, 2007. The state of food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Fredrickson, E., K.M. Havstad, R. Estell, y P. Hyder. 1998. Perspectives on desertification: southwestern United States. *J Arid Environ.* 39:191-207.
- Gauthier, D.A., A. Lafón, T. Toombs, J. Hoth y E. Wiken. 2003. Hacia una Estrategia de Conservación para los pastizales de América del Norte. Canadian Plains Research Center, University of Regina y Commission for Environmental Cooperation, Montreal.
- González, M. H. y L. C. Fierro. 1985. Estado actual de los pastizales y posibles soluciones para la ganadería del norte de México. En Manejo y Transformación de los Pastizales. R. De Luna, J.G. Medina y L.C. Fierro, eds. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Delegación Coahuila. Saltillo, Coah. México.
- INIFAP. 2008. Rancho Experimental La Campana 50 años de investigación y transferencia en pastizales y producción animal. A.H. Chávez S. (Compilador). Libro Técnico No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias-Centro de Investigación Regional Norte-Centro INIFAP-CIRNOC. Chihuahua, Chih. México. 213 pp.
- IUCN. 2003. United Nations list of protected areas. IUCN, WCPA, UNEP y UNEP-WCMC.
- Jones, A. 2000. Effects of cattle grazing on North American arid ecosystems: a quantitative review. *WNAN.* 60: 155-164.
- Jurado, G.P., A. Melgoza C., M. Royo M., J.S. Sierra T. y R. Carrillo R. 2006. Impactos del pastoreo controlado y tradicional en ranchos ganaderos de Chihuahua. Folleto Técnico No. 15. INIFAP. Sitio Experimental La Campana – Madera. Chihuahua, México.

- Karl, J. y J. Hoth (Eds.). 2005. Áreas Prioritarias para la Conservación de Pastizales de América del Norte/ North American Grasslands Priority Conservation Areas. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte y The Nature Conservancy. Montreal Canadá.
- Macías, D. A., A. Panjabi, y C. Aguirre, 2011. Compartiendo sus agostaderos con las aves de pastizal. Rocky Mountain Bird Observatory. Colorado. 41 pp.
- Macias-Duarte, A., A. O. Panjabi, D. Pool, Erin Youngberg and Greg Levandoski. 2011. Wintering Grassland Bird Density in Chihuahuan Desert Grassland Priority Conservation Areas, 2007-2011. Rocky Mountain Bird Observatory, Brighton, CO, RMBO Technical Report I-MXPLAT-10-01. 164 pp.
- Manzano-Fischer, P. R. List, G. Ceballos, y J.E. Cartron. 2006. Avian diversity in a priority area for conservation in North America: the Janos-Casas Grandes Prairie Dog Complex and adjacent habitats in northwestern Mexico. *Biodivers Conserv.* 15:3801–3825.
- Melgoza, C.A., M. Royo V., A. Báez G. y G. Reyes L. 1998. Situación de los predios ganaderos después de cuatro años de sequía en las zonas áridas y semiáridas de Chihuahua. Folleto Técnico No. 4. INIFAP-CIRNOC. Campo Experimental La Campana. Chihuahua, México.
- Merola-Zwartjes, M. 2004. Biodiversity, functional processes, and the ecological consequences of fragmentation in southwestern grasslands. En *Assessment of grassland ecosystem conditions in the Southwestern United States. Volume 1. General Technical Report RMRS-GTR-135-Vol. 1.* D. Finch, M., ed. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Fort Collins, CO.
- Osborn, S., V. Wright, B. Walker, A. Cilimburg, y A. Perkins. 2002. Linking wilderness research and management. Understanding and managing invasive plants in wilderness and other natural areas: an annotated reading list. US Forest Service General Technical Report RMRS-GTR-79-Vol 4. Rocky Mountain Research Station. Fort Collins, CO.
- PACP-Ch, 2011. Guzmán-Aranda, J. C., J. Hoth y E. Blanco (Eds). Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los Pastizales del Desierto Chihuahuense en el Estado de Chihuahua 2011 – 2016.
- Panjabi, A., E. Youngberg and G. Levandoski. 2010. Wintering Grassland Bird Density in Chihuahuan Desert Grassland Priority Conservation Areas, 2007-2010. Rocky Mountain Bird Observatory, Brighton, CO, RMBO Technical Report I-MXPLAT-08-03. 83 pp.
- Paz, F. 2010. Evaluación, importancia y perspectivas de la captura de carbono y reducción de emisiones de gases efecto invernadero en pastizales y matorrales: hacia la implementación de REDD++. En 1er Congreso Internacional de Pastizales. Chiapas, México.
- Peterson, A. T. and M. B. Robbins. 1999. A preliminary assessment of distribution and conservation needs of grassland birds in Mexico. *Studies in Avian Biology* 19: 258-262.
- PMARCP-DCh. 2012. Plan Maestro de la Alianza Regional para la Conservación de los Pastizales del Desierto Chihuahuense. Guzmán, J.C., Hoth, J. y Berlanga (Eds.) . Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. México.
- Pool, D. and A. Panjabi. 2011. Assessment and Revisions of North American Grassland Priority Conservation Areas. Background Paper, Commission for Environmental Cooperation. 66 pp.
- Royo M., M., y A. Melgoza C. 2005. Las plantas con estatus para el estado de Chihuahua. Folleto Técnico No. 14. Campo Experimental La Campana – INIFAP. Chihuahua, Chihuahua, México.
- Royo, M., A. Melgoza, J. Santos S., R. Carrillo, P. Jurado, R. Gutiérrez y F. Echavarría. 2005. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. En *Memorias del II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales*. Zacatecas, México.
- Royo, M., S. Sierra, C. Morales, R. Carrillo, A. Melgoza y P. Jurado, 2008. Estudios Ecológicos de Pastizales. En *Rancho Experimental La Campana: 50 años de investigación y transferencia de tecnología en pastizales y producción animal*. A. Chávez, ed. INIFAP. México.

2da Reunión Internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal – 2012
Ponencias Magistrales

- Sauer, J. R., J. E. Hines, and J. Fallon. 2007. The North American Breeding Bird Survey, Results and Analysis 1966 - 2006. Version 10.13.2007. USGS Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, M.
- SEMARNAT. 2006. El medio ambiente en México 2005: en resumen. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- SEMARNAT. 2009. Indicadores básicos del desempeño ambiental de México. Edición 2009.
- Sosa, M., M. Esqueda, C. E. Aguirre, A. Hernández, T. Lebgue y R. Soto. 2007. Evaluación del impacto ambiental del zacate africano en los pastizales centrales de Chihuahua. En Memorias del XI Congreso Internacional y Nacional de Ciencias Ambientales. Chihuahua, México.
- Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales, y C. de Haan. 2006. Livestock's long shadow. Environmental issues and options. FAO. Rome.
- Stohlgren, T. J., D. Brinkley, G. W. Chong, M. A. Kalkhan, L. D. Schell, K. A. Bull, Y. Otsuki, G. Newman, M. Bashkin, y Y. Son. 1999. Exotic plant species invade hot spots of native plant diversity. *Ecol Monog.* 69:25-46.
- Townsend, P. A. M.A. Ortega-Huerta, J. Bartley, V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, R. H. Buddemeier and D. R. B. Stockwell. 2002. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature*, 416: 626-629.
- USGCRP. 2009. Global Climate Change impacts in the United States. Cambridge University Press.
- Valerio V. A, E. Carreón H., A. Lafón T., J. M. Ochoa B., P. Calderón D., D. M. Soto V., C. Chacón Z. y E. Favela T. 2005. Distribución, extensión espacial y condición de los pastizales en el Estado de Chihuahua. Protección de la Fauna Mexicana y The Nature Conservancy. Chihuahua, México.

SUSTAINABLE LIVESTOCK PRODUCTION: DROUGHT, DESERTIFICATION AND NATURAL RESOURCES MANAGEMENT

Ganadería Sustentable: Sequía, Desertificación y Manejo de Recursos Naturales Carlos Villalobos¹, Leobardo Richarte² y Ronald E. Sosebee³

¹ Associate Professor, ² Graduate student and ³ Professor Emeritus, Department of Natural Resources Management, Texas Tech University
Contribution No. T-9-1234, College of Agricultural Sciences and Natural Resources, Texas Tech University, Lubbock, Texas 79409

Introduction

Drought is defined as "prolonged weather patterns when precipitation is <75% of the long-term average annual precipitation" (modified from Society for Range Management, 1989), although, there are about as many definitions as there are people defining drought. Droughts are common in the southern Great Plains, southwestern U.S and Northern Mexico. Someone once said "that we live in a drought and sometimes it even rains during that drought". Although this is an overstatement, it does indicate the relevance of drought in the southern Great Plains. The average precipitation for Lubbock from 1911 through 2011 was 18.55 inches/year (High Plains Underground Water Conservation District No. 1). Therefore, based on the definition of drought (SRM, 1989), any year with precipitation <14 inches/year can be classified as a drought year (Figure 1). Based on the precipitation averages from 1911-2011, 25% of the years in Lubbock have been drought years. Only 44% of the years during this same period received an amount of precipitation equal to, or greater than, the long-term average. Since 1911, Lubbock has received <10 inches/year 6 times, including 2011. The year 2011 was the worst single year on record for precipitation received and the drought was exacerbated by the long extended periods of extremely high temperatures and numerous wildfires. Lubbock received only 5.86 inches of precipitation during 2011, and had 44 days with air temperatures >100 F June 1 - August 31 (Lubbock Nat'l Weather Service).

Major droughts in the southern Great Plains and Southwest have occurred in 1917, 1924, 1927, 1952-1956, 2003, and 2011. And, as ranchers, landowners, and resource managers, we can count on droughts commonly occurring in the future. So, the question becomes, ***"How can we manage our rangelands to mitigate the impact of droughts on our operations and on our natural resources"?***

Effects of Drought

To state the obvious, grass production is decreased during a drought and the longer a drought persists and the more severe it is, the more grass production is reduced. In extreme situations, perennial grasses are killed. The effects of a drought, especially long-term or extended droughts, or very severe short-term droughts, are worsened by one's reluctance to remove or relocate their livestock during the drought. Consequently, the damages caused by a drought are exacerbated by livestock continuing to graze the plants that are already weakened or killed by water stress and environmental factors that are often associated with limited rainfall; e.g. extraordinarily high summertime temperatures, high wind velocities, fire, etc.

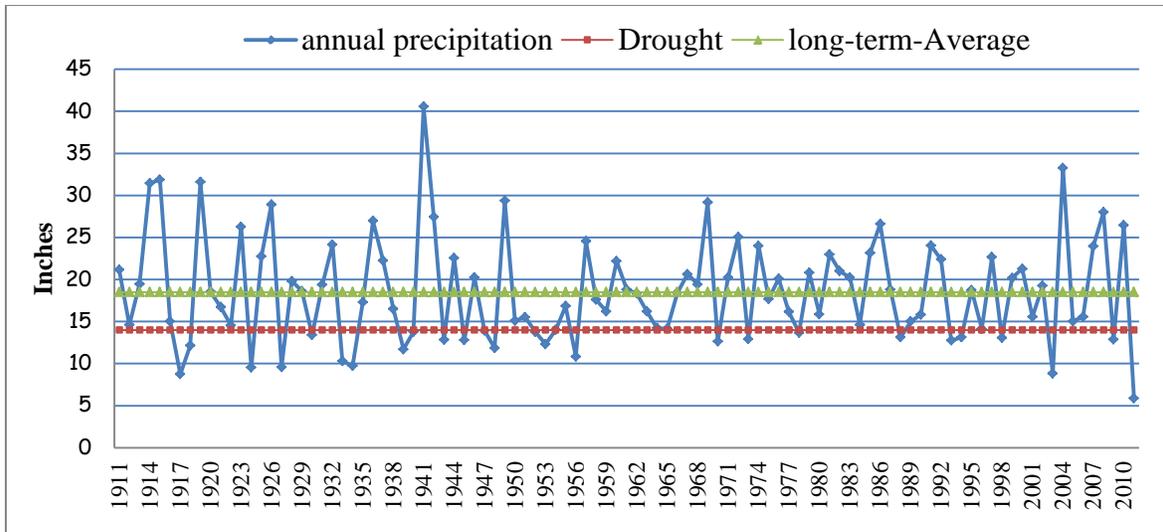


Figure 1. Precipitation at Lubbock, TX 1911 to 2011. Long-term average is 18.55 inches/yr.

Drought years received <75% annual precipitation. Annual precipitation values obtained from HPUWCD No. 1.

As a result of weakened or killed perennial grasses, bare ground is exposed. When bare ground is exposed, annual and perennial weeds (especially annual) and noxious brush tend to fill the void when rains occur. Although perennial grass production is reduced, perennial grass species are rarely eliminated during a short-term drought, but they can be changed significantly during and following an extended (e.g., 1950's) or severe short-term drought (e.g., 2011). If livestock grazing is not mitigated via destocking, relocation of animals, or sale of animals, the effects of a prolonged or severe annual drought can be devastating to one's natural resources. Managers generally respond to drought by:

1. maintaining grazing at non-drought-levels (i.e., do nothing different),
2. maintaining stocking rate but providing supplemental feed,
3. reducing stocking rate, or
4. removing livestock.

Removal of livestock during prolonged drought is the most conservative, and for long-term rangeland health, the most responsible management practice. The effects of a drought, especially long-term or extended droughts, or very severe short-term droughts, are worsened by one's reluctance to remove or relocate their livestock during the drought, maintaining cattle during drought is the most irresponsible practice because it threatens both short-term and long-term rangeland health

Following the drought of the 1950's, and even during the drought of 2011, the number of small mesquite (1-3 ft tall) observed invading native rangelands and improved pastures were extremely numerous. With the reduction of warm-season grasses and exposed bare ground as a result of the drought and the fires that occurred in 2011, one can expect a proliferation of annual weeds, as well increased numbers of mesquite, in the spring and

summer of 2012. Even though the weeds produce colorful flowers and beautiful landscapes, their abundance is reflective of the paucity of perennial grass production. Depending upon the severity of the mesquite and weed problem, a *discretionary* control program will be necessary to accommodate the objectives of the rancher and landowner for management of livestock and manipulation of the habitat for the benefit of wildlife, especially for quail.

Strategies for Managing Rangelands Before and After Droughts

There are at least four strategies that we as land owners and rangeland managers should follow in preparing for and following a drought. The first stratagem is ***to always manage our forage¹ resources according to the way grasses grow***. The second stratagem is ***to manage our grasses according to their ability to respond to grazing***. And the third stratagem is ***to capture most, if not all, of the precipitation that falls on a site and retain that water on the site on which it falls***. Stratagem four, ***always balance the stocking rate with the available forage***.

How Grasses Grow

Root growth in grasses has largely been understood and emphasized for many years, but we have neglected to place a similar emphasis on shoot growth. And, in many respects, root growth depends upon shoot growth. ***Understanding shoot growth in grasses is a basic tenet in proper grazing management***. Shoot growth in grasses is divided into two life forms; short-shoots, or ***vegetative shoots*** (Figure 2a) and long-shoots, or reproductive shoots (Figure 2b). The concept of short- and long-shoots applies to all grasses, annual and perennial, and warm- and cool-season. Short- and long-shoot phenomena occur in both sod and bunch grasses, but they are much more obvious in bunch grasses than in sod grasses. *An understanding of these two concepts is imperative to knowing how and when to graze a pasture.*

Short-shoots

Warm-season grasses will be discussed, but as noted above, the concepts apply to all grasses. When grasses begin to "green up" in the spring, the plants are characterized by a proliferation of short-shoots, or vegetative shoots, and no long-shoots, or reproductive shoots. All of the internodes are compressed in the base of the plants and not exposed to grazing. These "basal" leaves are usually very productive. We have been taught most of our lives that it takes 75% of the stored carbohydrates to produce 10% of the new growth of grasses each spring, and that is essentially a correct statement. But, once these plants have mature leaves, they are essentially self-sustaining and as long as all of the photosynthetic material (leaves) is not grazed too short, the plants can tolerate a significant degree of grazing (e.g., early in the growing season).

¹ Forage is the amount of herbage that can be grazed without damage to the grass plant.

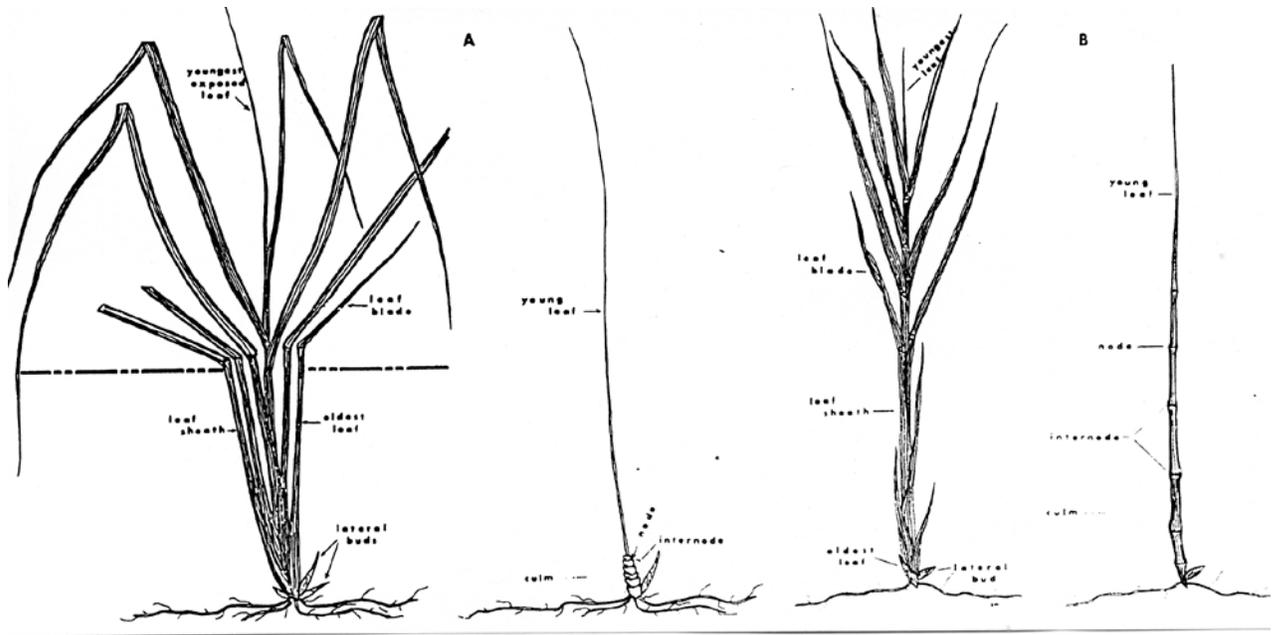


Figure 2a. Short-shoots (or vegetative shoots) of sea oats (B.E. Dahl Soc. for Range Management. 1995)

Figure 2b. Long-shoots (or reproductive shoots) of bitter panicum (B.E. Dahl. Soc. for Rang Management. 1995)

Long-shoots

Once the plants become reproductive and the flower stalk is elevated (internodes become elongated), plant productivity is reduced. This time period usually occurs about mid-summer in the southern Great Plains. If one observes grasses in the reproductive stage, they will find very few basal leaves (Figure 6). The only leaves on the plant are those that occur on the flowering stalk, only about 6-8 leaves. Essentially all of the energy (i.e., carbohydrates) produced by the plant during the long-shoot stage is going into the reproductive process, mostly to the flowering process and some to the seeds. (Perennial plants typically do not allocate large quantities of energy annually to seed production because they do not rely on annual production of seeds for long-term survival and persistence).

Post-reproduction

This is the stage in the annual cycle of perennial grasses that we have least understood. After reproduction is completed (seeds not necessarily mature or fallen from the plant), perennial grasses shift back into the vegetative stage. And, once again the plants produce abundance (but not necessarily as many leaves as in the spring) of basal leaves (short-shoots) after reproduction is complete and before dormancy (or frost). The post-reproductive period usually occurs about mid-August until late October or November (in the Southern High and Rolling Plains of Texas) when the plants become dormant. It is during the post-reproductive to dormancy period that the plants are producing tillers and storing carbohydrates from which next year's growth will come.

Therefore, the post-reproductive to dormancy period is the stage in the annual cycle of perennial grasses in which the grasses are most susceptible to damage via defoliation (by grazing, mowing, haying, etc.). This is the period during which it is most important to protect the grasses from grazing. At least during some years, every pasture should be deferred during the post-reproductive to dormancy period.

A common misconception is "rains that come in the autumn are too late to be of value, especially if the previous spring and summer have been dry. However, it is the late summer and autumn rains that are most beneficial for plant production the following spring based on recruitment of tillers and storage of carbohydrates from which next year's growth will come. Research in southern Arizona and eastern Oregon, as well as our own experiences, indicate that current year's growth is more highly correlated to the rainfall received during the previous autumn than from the current spring and summer. Spring and summer rainfall is important, but buds of trees and tillers in grasses are set during the late summer and autumn before they are expressed as growth the following spring".

Residual Herbage²

Residual herbage (or stockpiled grass) is the grass that is left at the end of the growing season (Figure 8). The late Dick Whetsel (who formerly worked for the Soil Conservation Service, now the Natural Resources Conservation Service, and later managed the Adams' ranches in Oklahoma) noted that the time to adjust stocking rates is in the autumn, not in the spring (Ranch Management Conference, Lubbock 1971). The amount of herbage that is left at the end of the growing season will determine the amount of forage production during the subsequent spring. Some old residual herbage data from Jack County, TX (predominately little bluestem) indicated that if 1,000 lbs. of grass were left per acre, the next year the rangeland produced 2,000 lbs. If 2,000 lbs. were left, 4,000 lbs. were produced the next year, etc.

The late Dr. Bob Bement (formerly with USDA-ARS) noted many years ago (Ranch Management Conference, 1971) that blue grama production was "maximized" when at least 300 lbs. of herbage were left not grazed throughout the previous autumn and winter. Dr. Larry White (not dated, Texas Agri. Ext. Ser., L-5141) reported that the amounts of herbage left not grazed throughout the non-growing season to optimize subsequent year's production are as follows:

short-grass (e.g., blue grama/buffalograss)	300-500 lbs./acre
mid-grass (e.g., little bluestem)	750-1,000 lbs./acre
tall-grass (e.g., big bluestem, Indiangrass, etc.)	1,200-1,500 lbs./acre

Energy stored in the basal crown and the stem bases gives rise to next year's production. Therefore, it is very important that at least during some years, pastures should be deferred throughout the post-reproductive to dormancy period and grazed discretionarily throughout the winter or non-growing season to maximize grass production the following spring and summer. (Energy for subsequent year's growth is not stored in the roots. Anatomically, roots are poor storage organs). It is very important that we defer and rotate our pastures to avoid continuously grazing them during the post-reproductive to

² Herbage is all of the aboveground grass production.

dormancy period. A rule-of-thumb for leaving a proper amount of residual herbage is "when you can see the hooves of animals grazing in mid grasses (sideoats grama, little bluestem, etc.), it is time to move the livestock to another pasture". Tall grasses should not be grazed shorter than 6-8 inches during the post-reproductive to dormancy period and throughout the dormancy period. It is very important to leave the stem bases and basal crowns to produce tillers and store carbohydrates for subsequent year's growth.

Rangeland Management in Preparation for Drought

Short-term Droughts

If ranchers and land managers follow grazing management schemes that consider how grasses grow, then ample forage should be available to withstand most short-term droughts, even 1-2 years. If grazing management schemes ignore the basic principles of grass growth and pastures are improperly grazed, then the rancher or landowner is in trouble at anytime the precipitation fails to occur in a timely manner or in sufficient quantities to produce significant grass growth. If pastures are continually grazed during the post-reproductive to dormancy period year after year, then subsequent year's production will be severely reduced.

Feeding hay (or other substitute roughages) under these circumstances helps a rancher get through "hard times" as emergency feed and inclement weather, but it often promotes overuse of rangelands and is not a viable option for good range management during a drought. Even though livestock will feed on the hay, they will also graze on the pasture grasses, ultimately to the grasses' destruction. For example, blue grama that is continuously overgrazed shifts its growth form from a bunchgrass (that is the characteristic growth form) to a sod-form. Sod-form blue grama is much more tolerant of grazing, but much less productive than the bunchgrass form and is a "tell-tale" sign that the rangeland has been overgrazed for some period of time.

In addition to managing the rangeland on the basis of how grasses grow, another very important concept is *proper stocking rate*. It is advisable to build flexibility into one's management operation. It is imperative that livestock numbers be based on the amount of forage produced (by ecological site), kind and size of the animals, and forage intake. For the benefit of the rangeland, it is advisable to stock at approximately 75% of the estimated carrying capacity with breeding animals (e.g., if the ranch has a cow-calf operation) in order to have ample residual herbage when weather conditions do not favor maximum grass production. If ample forage is available, then stockers or other classes of livestock (e.g., old cows bred or with calves) could be obtained on a short-term basis.

Long-term or Severe Short-term Droughts

All too often, we as ranchers and land managers consider ourselves as livestock managers when, in reality, we are "grass" managers. Livestock are simply our means of harvesting and marketing our forage resources. If we don't manage our forage resources properly, in time, our livestock production will be severely penalized, consequently affecting our "financial bottom line" and our forage resources will be negatively impacted for many years (perhaps even permanently). When long-term or severe short-term droughts occur, we as ranchers and landowners are not left with many

viable options for managing our rangelands. We can feed hay (which really does not protect our native grasses, therefore, it is not a prudent option), we can destock to whatever extent the drought dictates (usually by culling and selling our livestock), or we can relocate our animals to leased pastures and rangelands for the duration of the drought. We must protect our perennial grasses against continuous grazing or defoliation so that at the end of the drought when the rains begin there will be ample basal crowns and stem bases for the promotion of new grass growth.

It is also very important that when the drought breaks, especially in long-term or extended droughts or severe short-term droughts, sufficient vegetation is left on the land to protect the soil from erosion when intensive rain storms and high wind velocities occur. Many, if not most, of the rainfall events that occur in the southern Great Plains occur as convectional storms, i.e., cloud bursts that are characterized by high intensities. It is not uncommon for a typical storm in the southern Great Plains to receive rainfall at a *rate* of 5-10 inches/hour for the first 10-15 minutes of the storm. This creates a very erosive condition resulting in excessive runoff. Therefore, we must maintain an adequate grass cover to prevent soil erosion from both wind and water.

Summary

- **We must manage our rangelands for droughts.**
- Droughts are a natural part of the environment in the southern Great Plains and occur more frequently than most of us want to admit. Unfortunately, we often manage for the "average" or good years and "pay the piper" in the drought years. In contrast, we should manage for the lower-than-average precipitation years and take advantage of the wet years when they occur.
- We should maintain sufficient flexibility in our operation to make it through the short-term droughts and make the necessary adjustments in our livestock numbers during the long-term or extended droughts.
- We must understand how grasses grow and how they respond to defoliation in order to properly manage our perennial grass rangelands. Therefore, we must maintain adequate residual herbage (stem bases and basal crowns) so the perennial grasses can recover sooner and more fully after droughts.
- In the Southern Great Plains, droughts are usually never broken by rainfall in the Spring or Summer, they are only broken with Autumn and Winter rains.

REPRODUCTIVE MANAGEMENT OF HIGH PRODUCING DAIRY COWS: NEW STRATEGIES AND ECONOMICS

Ricardo C Chebel, DVM, MPVM
College of Veterinary Medicine
University of Minnesota

Introduction

Since the 1990s timed AI protocols have been developed to improve the AI submission rate (number of cows that receive AI divided by the number of cows that are eligible to be inseminated over a 21 d interval), also known as heat or estrus detection rate, of lactating dairy cows. More recently, a better understanding of reproductive physiology has resulted in timed AI protocols that may result in pregnancy per AI (**P/AI**) of up to 45% in high producing lactating dairy cows (Santos et al., 2010; Souza et al., 2008). Nonetheless, the greatest benefit of timed AI protocols to reproductive performance of dairy herds is increased AI submission rates. Thus, often the decision of whether or not to use timed AI protocols is based on the AI submission rates achieved when AI occurs based only on estrous detection (**ED**). Other factors like accuracy of ED and compliance to the timed AI protocols chosen are also important to the reproductive performance.

Upon the advent of timed AI protocols many suggested that daily ED of lactating dairy cows would no longer be necessary. Timed AI protocols make use of reproductive hormones like GnRH, prostaglandin (**PG**) F_{2α}, and progesterone (**P4**). The use of these hormones for reproductive management of dairy cows may undergo scrutiny by consumers similar to what has been observed in regards to the use of antimicrobials possibly limiting their use. The recent growth in number of companies commercializing activity monitors for detection of estrus has resulted in several companies claiming that the implementation of such activity monitors would eliminate the need for timed AI protocols.

The goal of this brief review is to evaluate whether reproductive programs of lactating dairy cows may be solely dependent on timed AI protocols or AI on detected estrus. A few examples of dairies that have attempted to eliminate one or the other will be given, but I caution that some of these examples are merely data extracted from on farm software and not the result of controlled studies.

The Challenges of Estrous Behavior for Lactating Dairy Cows

Unquestionably lactating dairy cows have reduced expression of estrus compared with dairy heifers and beef animals because of physiological characteristics, often because of increased incidence of pathological conditions, and because of management.

Immediately postpartum, cows undergo physiological anovular condition characterized by the lack of ovulation and formation of a corpus luteum (CL) until approximately 25 to 30 days postpartum (Butler, 2000). However, cows that have postparturient diseases and undergo more severe loss of body condition score (BCS) have

more prolonged anovular condition. Cows that had no change in BCS from calving to first postpartum AI (approximately 65 DIM) and cows that lost < 1 unit of BCS from calving to first postpartum AI were 2.0 and 2.4 times more likely, respectively, to be cyclic by 65 DIM than cows that lost > 1 unit of BCS during this period (Santos et al., 2009). Furthermore, cows diagnosed with mastitis early postpartum (mastitis = 39 vs healthy = 32 d; Huszenicza et al., 2005) and cows diagnosed as lame within the first 30 DIM (lame = 34 vs healthy = 29 d; Garbarino et al., 2006) had prolonged anovular condition than healthy cows. Postponed resumption of ovarian cycles results in delayed establishment of pregnancy because of reduced AI submission rates and reduced P/AI (Chebel et al., 2010; Santos et al., 2009).

Limited access to open lots/dirt lots also seems to be a limiting factor for AI submission rate among lactating dairy cows. Vallies and Britt (1989) demonstrated that mounting activity was 15-fold greater for lactating dairy cows with access to open lots than cows housed solely on concrete.

Onset of lactation affects expression of estrus by reducing concentrations of estradiol. Lopez et al. (2004) demonstrated that cows with greater milk yield (102.1 ± 0.9 lb/d) had reduced duration of estrus (6.2 ± 0.5 vs 10.9 ± 0.7 h) and reduced number of mounts during estrus (6.3 ± 0.4 vs 8.8 ± 0.6 mounts) compared with cows with reduced milk yield (73.7 ± 0.7 lb/d). Furthermore, the same group demonstrated that high producing dairy cows (103 ± 2.2 lb/d) had reduced estradiol concentration on the day of estrus (6.8 ± 0.5 vs 8.6 ± 0.5 pg/ml) despite having larger follicles (18.6 ± 0.3 vs 17.4 ± 0.2 mm) compared with low producing dairy cows (71.1 ± 1.3 lb/d; Lopez et al., 2004). This resulted in reduced length of estrus (7 ± 1.1 vs 11.9 ± 1.4 h) and number of mounts during estrus (6.5 ± 0.9 vs 9.8 ± 1) for high producing cows compared with low producing dairy cows (Lopez et al., 2004). Even though the reasons for the reduced estradiol concentrations of estradiol during estrus in lactating dairy cows are not completely elucidated, the currently most accepted hypothesis is that the elevated dry matter intake of high producing cows, necessary to meet nutritional requirements of lactation, results in greater blood flow through the liver, the most important site of steroidal hormones catabolism. In a series of experiments, Sangsritavong et al. (2002) demonstrated that onset of feed intake resulted in significant increase in blood flow to the liver and that the increase in blood flow was dependent on amount of feed consumed (Figure 1). Furthermore, lactating dairy cows fed 7.8 lb of dry matter had greater clearance rate of P4 at 1 and 2 h after feeding compared with unfed cows (Sangsritavong et al., 2002). Cows fed 23.4 lb of dry matter had greater P4 clearance rate from 2 to 4 h after feeding than unfed cows, whereas cows fed 33.4 lb of dry matter had greater P4 clearance rate from 1 to 4 h after feeding compared with unfed cows (Sangsritavong et al., 2002). Similarly, lactating dairy cows fed ad libitum had greater estradiol clearance rate from 2 to 4.5 h after onset of feeding compared with unfed cows (Sangsritavong et al., 2002).

Clearly, physiological and pathological conditions share the blame for reduced AI submission rates among lactating dairy cows. Because of the great importance of AI submission rate to the overall reproductive efficiency of lactating dairy cows, in herds

where adequate AI submission rates are not achieved, different ED and/or AI submission strategies (i.e. timed AI protocol) should be implemented.

Estrous Detection and Timed AI protocols: Complementary not Mutually Exclusive

In one comprehensive survey conducted in 103 dairy herds from at least 12 states, 74.8% of the herds indicated that an estrus/ovulation synchronization program for first postpartum AI was implemented (Caraviello et al., 2006). When data from 33 million inseminations of Holstein and Jersey cows from Dairy Herd Improvement Association herds were analyzed, however, it was estimated that the percentage of herds that did not use synchronization protocols was 94.8% in 1996 and 72.5% in 2005 (Miller et al., 2007). Thus, it is clear that a lot of variability exists in regards to implementation of timed AI protocols let alone the types of timed AI protocols used.

In general, the implementation of timed AI protocols results in reduced intervals from parturition to first postpartum AI, reduced variability in interval to first postpartum AI, and may reduce the interval from parturition to establishment of a new pregnancy (Miller et al., 2007). These beneficial results, however, are highly dependent on the base line reproductive performance of the herd before adoption of such protocols. Simply putting it, herds that achieve good AI submission rates and P/AI without timed AI protocols do not necessitate the latter. In the opinion of this author, however, only when P/AI achieved through AI on estrus is extremely poor (poor ED accuracy) should programs based 100% on timed AI protocol be recommended. This is simply a matter of mathematics. Even though 100% AI submission rate may be achieved in the first 21-d cycle after the end of the voluntary waiting period (VWP) when 100% of cows are inseminated at fixed time at first postpartum AI, pregnancy diagnosis is not possible to be conducted until 25 d after AI at the earliest. Thus, re-insemination of nonpregnant cows could only occur as early as 28 d after a previous AI, resulting in the 21-d cycle immediately after AI with AI submission rate of 0% and the following 21-d cycle with AI submission rate of 100%. Thus, herds with 100% timed AI would struggle to achieve AI submission rate greater than 60%, depending on P/AI.

Therefore, the question that must be answered is: what are the breakeven points in the decision for 100% timed AI, 100% ED, or both? To answer that question, we must take into consideration published research and the outcomes obtained with different timed AI protocols and the reported P/AI following AI on estrus. It is important to remind the readers that the numbers presented in peer-reviewed manuscript are often inflated because they result from well controlled studies and often sick cows (i.e. extremely lame, low BCS, etc.) and cows that fail to receive the appropriate treatments are removed from the study.

One of the first experiments to evaluate the economic benefits of reproductive strategy based on ED or timed AI was conducted in Germany (Tenhagen et al., 2004). In this experiment, cows from two herds were either only inseminated based on estrus or were inseminated at fixed time until approximately 200 DIM. In the herd in which AI submission rate of cows inseminated on estrus was 29%, the timed AI protocol resulted in significant improvements in AI submission rate (65%) and pregnancy rate (14 vs

25%). On the other hand, in the herd in which AI submission rate of cows inseminated on estrus was 55%, the timed AI protocol slightly increased the AI submission rate (70%), but had no significant effect on pregnancy rate (25 vs 29%). Consequently, in the herd with poor AI submission rate of cows in the ED treatment the addition of timed AI to the reproductive management resulted in reduced cost per pregnancy generated (€363 vs €264). On the other hand, the cost per pregnancy generated was similar among cows submitted to the ED protocol (€251) or the timed AI protocol (€272) in the herd in which AI submission rate of cows in the ED treatment was 55%. This was one of the first experiments to suggest that in herds that only inseminate cows in estrus and have AI submission rate greater than 55% the use of timed AI protocols may not be necessary.

In two recent manuscripts, researchers compared the economic outcomes of reproductive strategies based on ED, timed AI, or a hybrid between ED and timed AI. These experiments used modeling techniques to simulate the economic return of the different reproductive programs. Giordano et al. (2001) evaluated economic return of reproductive programs for lactating dairy cows based on ED, the double Ovsynch protocol for first AI and the Ovsynch protocol for resynchronization of cows starting 32 d after the previous AI (**DO-Res**), and the double Ovsynch program for first AI and resynchronization (**DO-DO**). The DO-Res (\$ 17 cow/year over the cost of the ED program) and the DO-DO (\$ 21 cow/year over the cost of the ED program) programs were more expensive than the ED protocol. On the other hand, the DO-Res and the DO-DO protocols resulted in income per cow/year \$ 45 and \$ 69 greater, respectively, than the ED protocol. The authors, however, based their calculations of economic return on P/AI results from one study and on farm data for ED cows. As such, P/AI to first AI and resynchronization were 45 and 30%, respectively, for DO-Res protocol, 45 and 39%, respectively, for DO-DO protocol, and 33 and 30%, respectively, for the ED protocol. It is not surprising, therefore, that with such differences in fertility, the DO-DO and the DO-Res protocols resulted in greater economic return than the ED protocol. Nonetheless, P/AI of cows subjected to timed AI is not significantly greater than P/AI of cows inseminated following synchronized estrus based on several published manuscripts that did not use the Double-Ovsynch protocol (Chebel and Santos, 2010; Santos et al., 2009; Santos et al., 2004a; Tenhagen et al., 2004).

Galvão et al. (2012) modeled reproductive performance and economics based on the adoption of one of ten breeding programs. The breeding programs evaluated were based on ED or timed AI and taking into consideration differences in ED efficiency (40 or 60%) and accuracy (85 or 95%), compliance to injections of the synchronization protocols (85 or 95%), and milk price (\$ 0.33 or \$ 0.44/kg). The reproductive programs evaluated were ED with differing ED efficiency and accuracy, timed AI for all with differing compliance to injections, and timed AI for first AI with differing compliance followed by ED with differing ED efficiency and accuracy. Pregnancy per AI for first AI was assumed to be 33.9% and P/AI of subsequent AI decreasing by 2.6% for every AI, pregnancy loss was assumed to be 11.3%, cows were deemed not eligible for insemination if nonpregnant after 366 DIM, and were culled by 450 DIM if not pregnant. All costs associated with the reproductive programs and feeding were taken into consideration. Milk price was set at \$0.33 or \$0.44/kg, cull cows were sold for \$0.65/kg

of live weight, and calves were sold for \$140/calf. Under these assumptions, when the herd used timed AI for first postpartum AI with 95% compliance to injections and ED for subsequent AI with ED with 60% efficiency and 95% accuracy the greatest 21-d cycle pregnancy rate was achieved (Figure 2A; Galvão et al., 2012). Similarly, this reproductive program resulted in the shortest median days to pregnancy (113; Figure 2B) and the greatest profit per cow/year (profit of \$375/cow for milk price = \$0.33/kg; profit of \$1,616/cow for milk price = \$0.44/kg of milk).

Therefore, postponing re-insemination of cows that return to estrus in order to submit them to timed AI protocols seems illogical because of the consequent increased interval to re-insemination. As mentioned before, the only reason to avoid insemination and, particularly, re-insemination in estrus is poor ED accuracy, which results in reduced P/AI of cows inseminated in estrus. Dairy farms in the USA commonly utilize timed AI protocols in association with insemination on estrus. Approximately 55% of dairy farms rely primarily on detection of estrus as the major method to inseminate cows (NAHMS, 2009). Among the winners of the award for Excellence in Reproductive Management of the Dairy Cattle Reproductive Council between the years of 2009 to 2011, 21 out of 24 used AI on detected estrus associated with timed AI protocol, 2 out of 24 used only timed AI protocols, and 1 out of 24 used only AI on detected estrus.

Recently, several companies have started to commercialize in the USA activity monitors for detection of estrus. These activity monitors are placed in the collars or legs of cows and determine the walking distance and pattern of cows. Once a cow presents an excessively elevated walking pattern, the system flags the cow as a suspect for estrus. These systems have been used in other countries (i.e. Israel) for several years and have presented very good results. Interestingly, however, it has been proposed that implementation of electronic methods for detection of estrus would eliminate the need of any timed AI protocol because of its efficiency and accuracy. This is a somewhat ambitious claim, particularly considering the physiological and pathological challenges that affect onset of estrus and estrous behavior of high-producing lactating dairy cows. Anovulation, low estrous expression associated with high-production, and other less prevalent abnormalities such as persistent corpora lutea or pregnancy loss after day 21 of the preceding AI would all reduce the efficacy of estrous detection and result in more nonpregnant cows being diagnosed at the day of pregnancy diagnosis. Some have claimed that electronic monitoring systems can detect 99% of the cows that display estrus. This high sensitivity should not imply that electronic monitoring systems will result in 99% AI submission rate. The key issues here are the cows that remain anovular after the end of the VWP (10 to 50% of cows depending on interval from calving, herd, parity, etc.) and cows that are not pregnant from previous inseminations that will not return estrus within 21 d after a previous AI. Therefore, anovular cows and the cows with abnormal inter-estrous interval would not be detected in estrus and AI submission rates, which are calculated using 21-d cycles, would likely be approximately 50 to 60%, and not any higher.

Nonetheless, until recently there were no controlled experiments to determine whether activity monitors could eliminate the need for time AI protocols completely.

Two recent experiments, however, indicated that activity monitors are not able achieve AI submission rates of 90 to 95% as some companies were claiming for the simple fact that some cows will not display estrus. Valenza et al. (2011) fitted 42 cows with an activity monitor system (collar) and a mounting detection system (Kamar). The cows were synchronized and allowed to come in estrus. Cows were then examined by ultrasound to determine ovarian activity and occurrence of ovulation. In this small experiment, according to activity monitor and mounting detector 67 and 62%, respectively, of cows were observed in heat and ovulated; 7 and 12%, respectively, of cows were not observed in heat and ovulated; 5% of cows were observed in heat and did not ovulate; and, 21% of cows were not observed in heat and did not ovulate. Therefore, based on an activity monitor system and a mounting detection system 28 to 33%, respectively, of cows were not observed in estrus. Furthermore, considering ovulation as the ‘gold standard’, cows that ovulated and were in estrus were +/+, cows that did not ovulate and were in estrus were -/+, cows that ovulated and were not in estrus were +/-, and cows that did not ovulate and were not in estrus were -/-. Thus, the activity monitor system and the heat detection system resulted in sensitivity of 91 and 84%, respectively, specificity of 81%, positive predictive value of 93%, and negative predictive value of 75 and 64%, respectively. Therefore, based on this small experiment the activity monitor and mounting detection system had similar performance.

In a study presented at the 2012 American Dairy Science Association, researchers evaluated the insemination pattern and P/AI of cows that were fitted with activity monitors and were submitted to the Ovsynch protocol with ED (Ovs), to the Presynch/Ovsynch with ED (PresOvs), and to the Presynch/Ovsynch protocol without ED (100%TAI; Fricke et al., 2012). In this study, 70% of cows that received the two PGF_{2α} presynchronizing injections were observed in estrus, whereas approximately 57% of cows that were not presynchronized with PGF_{2α} were observed in estrus. The P/AI of cows inseminated in estrus was 30% and the P/AI of cows inseminated at fixed time was 36%. These numbers are very similar to those reported by Stevenson and Phatak (2005), Chebel et al. (2006), Lima et al. (2009), and Chebel et al. (2010). In these studies the percentage of cows that were inseminated in estrus after two presynchronizing injections of PGF_{2α} ranged from 50 to 62%. On the other hand, P/AI of cows inseminated in estrus ranged from 27 to 44% and P/AI of cows inseminated at fixed time ranged from 21 to 41%. The results from these studies suggest that activity monitors may perform just as well as detection of estrus based on tail paint removal and that P/AI of cows inseminated in estrus based on activity or tail paint removal may be similar, these being extremely dependent on farm and personnel

Field observations of two herds that adopted the activity monitor systems for estrus detection and abolished the use of fixed time AI for first postpartum AI demonstrate that there is a significant risk of increasing significantly the variability in interval to first AI, increasing interval to first postpartum AI, and reducing AI submission rate and pregnancy rate. In figure 3A and 3B, the patterns of first postpartum AI of herds that started using timed AI protocols for first postpartum AI are depicted. In figure 3C and 3D, the patterns of first postpartum AI of herds that stopped using timed AI protocols once they implemented activity monitoring systems are depicted. Although this is not

data from controlled studies, it is possible to observe that once timed AI protocols stopped being used in the herds that adopted the activity monitoring system their pattern of first postpartum AI started to resemble the pattern of first postpartum AI before timed AI protocols were widely adopted.

Conclusions

It is widely known that estrous expression and estrous detection of lactating dairy cows are compromised by several physiological, pathological, and managerial factors. The advent of timed AI protocols has resulted in significant improvements AI submission rates, a very important component of reproductive efficiency and perhaps the easiest parameter to manipulate with different managerial strategies. Activity monitoring systems are also an exciting tool for the reproductive management of dairy cows that has significant value. Nonetheless, the selection of reproductive strategies should be made in light of estrous detection efficiency and accuracy and in light of availability of facilities and personnel.

References

- Butler, W.R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim Reprod Sci.* 60-61:449-457.
- Caraviello, D.Z., K.A. Weigel, P.M. Fricke, M.C. Wiltbank, M.J. Florent, N.B. Cook, K.V. Nordlund, N.R. Zwald, C.L. Rawson. 2006. Survey of management practices on reproductive performance of dairy cattle on large US commercial farms. *J Dairy Sci.* 89:4723-4735.
- Chebel, R.C., M.J. Al-Hassan, P.M. Fricke, J.E. Santos, J.R. Lima, C.A. Martel, J.S. Stevenson, R. Garcia, R.L. Ax. 2010. Supplementation of progesterone via CIDR inserts during ovulation synchronization protocols in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:922-931.
- Chebel, R.C., and J.E.P. Santos. 2010. Effect of Inseminating Cows in Estrus Following a Presynchronization Protocol on Reproductive and Lactation Performances *J. Dairy Sci.* 93:4632-4643
- Chebel R.C., J.E.P. Santos, R.L.A. Cerri, H.M. Rutigliano, R.G.S. Bruno. 2006. Reproductive performance of lactating dairy cows following progesterone insert based presynchronization and resynchronization protocols. *J. Dairy Sci* 89:4205-4219.
- Fricke, P.M., A. Valenza, J.O. Giordano, M.C. Amundson, and G. Lopes Jr. Reproductive performance of lactating dairy cows managed for first service using timed artificial insemination with or without detection of estrus using an accelerometer system. *J. Dairy Sci* 95 (Suppl. 2): 74.
- Galvão, K.N., P. Federico, A. De Vries, G.M. Schuenemann. 2012. Economic comparison of reproductive programs for dairy herds using estrus detection, Ovsynch, or a combination of both. *J. Dairy Sci*, submitted.
- Giordano, J.O., P.M. Fricke, M.C. Wiltbank, V.E. Cabrera. 2011. An economic decision-making support system for selection of reproductive management programs on dairy farms. *J Dairy Sci*, 94:6216-6232.
- Huszenicza, G., S. Jánosi, M. Kulcsár, P. Kóródi, J. Reiczigel, L. Kátai, A.R. Peters, F. De Rensis. 2005. Effects of clinical mastitis on ovarian function in post-partum dairy cows. *Reprod Domest Anim.* 40:199-204.
- Lima, J.R., F. Rivera, C. Narciso, R. Oliveira, R.C. Chebel, J.E.P. Santos. 2009. Effect of Concentrations of Progesterone During a Timed AI Protocol on Fertility of Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 92:5436-5446.
- Lopez H., L.D. Satter, M.C. Wiltbank. 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim Reprod Sci.* 81:209-223.
- Miller, R.H., H.D. Norman, M.T. Kuhn, J.S. Clay, J.L. Hutchison. 2007. Voluntary waiting period and adoption of synchronized breeding in dairy herd improvement herds. *J Dairy Sci.* 90:1594-1606.

- NAHMS. 2009. Dairy 2007, Part IV: Reference of Dairy Cattle Health and Management Practices in the United States, 2007. #N494.0209. Centers for Epidemiology and Animal Health, USDA: APHIS: VS, Fort Collins, CO.
- Ribeiro, E.S., K.N. Galvão, J.E.P. Santos. 2012. Economic aspects of applying reproductive technologies to dairy herds. XXVI Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões, August 30 to September 2, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.
- Sangsritavong, S., D.K. Combs, R. Sartori, L.E. Armentano, M.C. Wiltbank. 2002. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17beta in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 85:2831-2842.
- Santos, J.E.P., C.D. Narciso, F. Rivera, W.W. Thatcher, R.C. Chebel. 2010. Effect of Reducing the Period of Follicle Dominance in a Timed AI Protocol on Reproduction of Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 93:2976-2988.
- Santos, J.E.P., H.M. Rutigliano, M.F. Sá Filho. 2009. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci* 110:207-221.
- Santos, J.E.P., R.L.A. Cerri, M.A. Ballou, G.E. Higginbotham, J.H. Kirk. 2004. Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows. *Anim. Reprod. Sci* 80:31-45.
- Souza A.H., H. Ayres, R.M. Ferreira, M.C. Wiltbank. 2008. A new presynchronization system (Double-Ovsynch) increases fertility at first postpartum timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology.* 70:208-215.
- Stevenson, J.S., A.P. Phatak. 2005. Inseminations at estrus induced by presynchronization before application of synchronized estrus and ovulation. *J. Dairy Sci.* 88:399-405.
- Tenhagen B.A., M. Drillich, R. Surholt, W. Heuwieser. 2004. Comparison of timed AI after synchronized ovulation to AI at estrus: reproductive and economic considerations. *J. Dairy Sci.* 87:85-94.
- Valenza A., G. Lopes Jr., J.O. Giordano, M. Amundson, J.N. Guenther, and P.M. Fricke. 2011. Assessment of an accelerometer system (Heatime®) for detection of estrus and timing of insemination and effect of one injection of GnRH at the time of the AI on fertility in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94 (Suppl 1-2):.

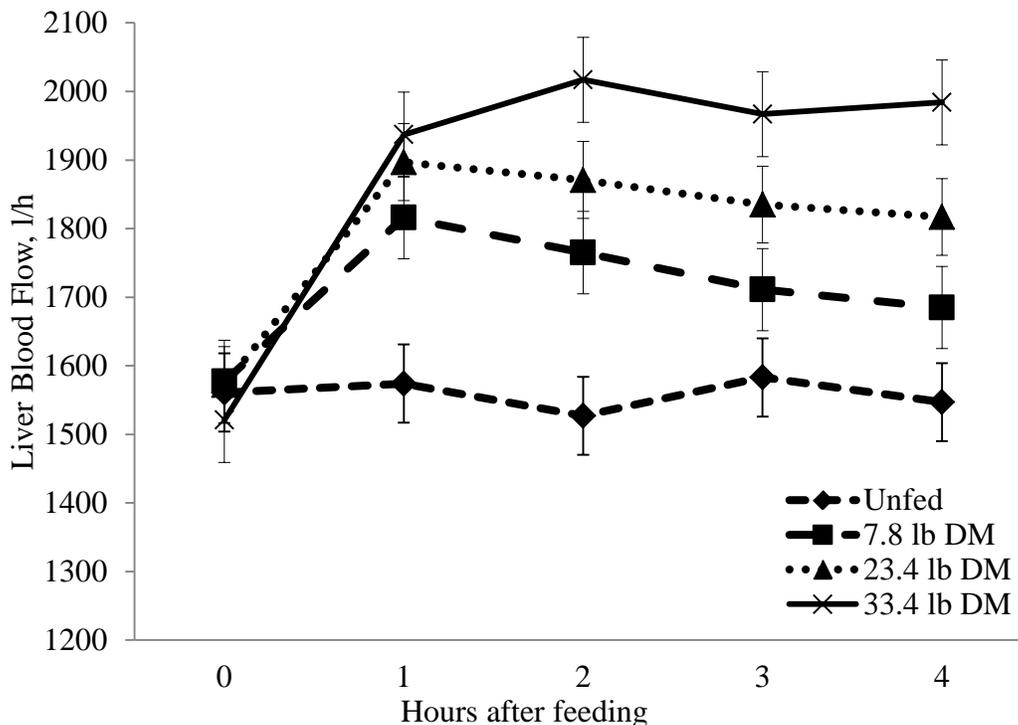


Figure 1. Effect of feed intake on liver blood flow. Adapted from Sangsritavong et al. (2002).

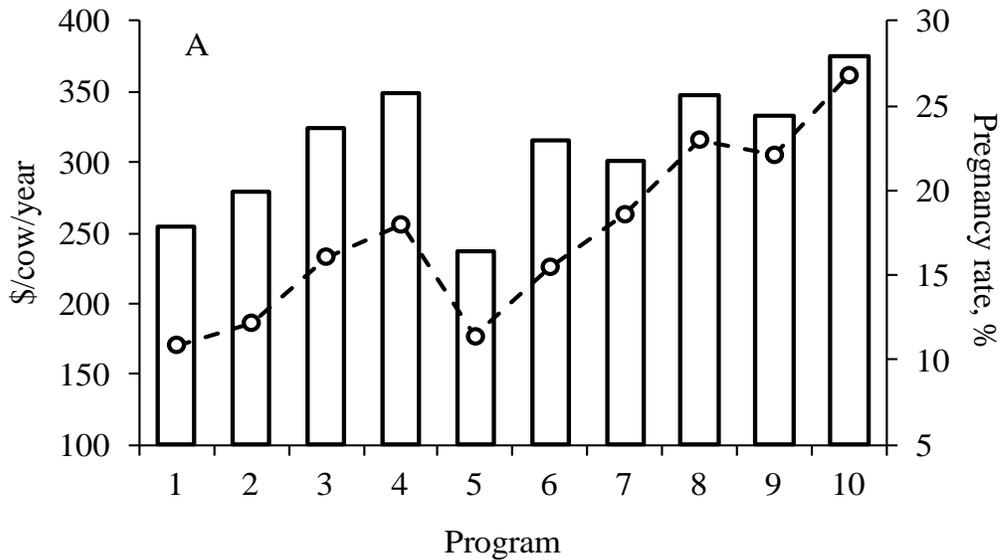


Figure 2A.

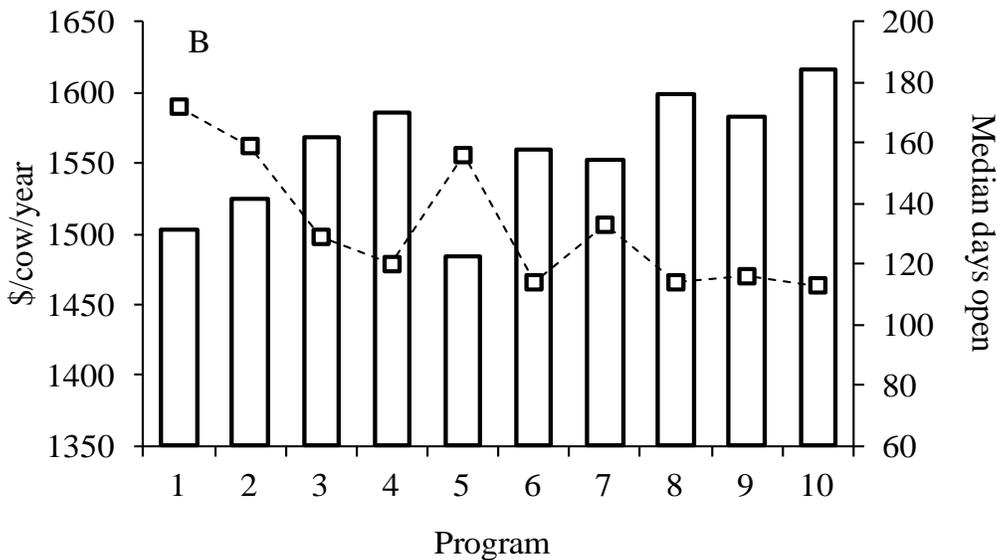


Figure 2B.

Figure 2. Profits per cow per year (\$/cow/year) of cows subjected to 1 of 10 breeding programs: 1) ED at 40% efficiency and 85% accuracy; 2) ED at 40% efficiency and 95% accuracy; 3) ED at 60% efficiency and 85% accuracy; 4) ED at 60% efficiency and 95% accuracy; 5) timed AI for all AI (85% compliance); 6) timed AI for all AI (95% compliance); 7) timed AI for first AI (85% compliance) followed by ED at 40% efficiency and 85% accuracy; 8) timed AI for first AI (95% compliance) followed by ED at 40% efficiency and 85% accuracy; 9) timed AI for first AI (85% compliance) followed by ED at 60% efficiency with 85% accuracy; and 10) timed AI for first AI (95% compliance) followed by ED at 60% efficiency with 95% accuracy. In panel A, bars represent the profit per cow per year calculated using milk price at \$ 0.33/kg and dashed lines represent the 21-day cycle pregnancy rate. In Panel B, bars represent the profit per cow per year using milk price at \$ 0.44/kg (panel B). Dashed lines represent either the 21-day cycle pregnancy rate (panel A) or median days open (panel B). Courtesy of Ribeiro et al. (2012); Adapted from Galvão et al. (2012).

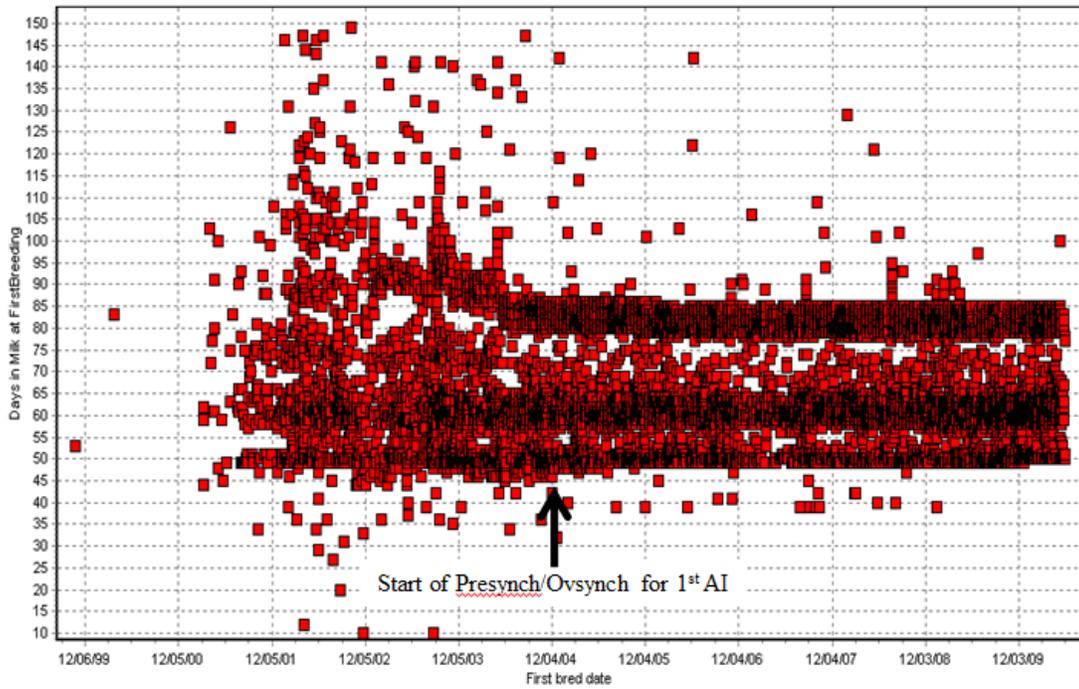


Figure 4A. Pattern of first postpartum AI of a dairy herd in CA (1,600 lactating cows) that implemented timed AI starting December of 2003.

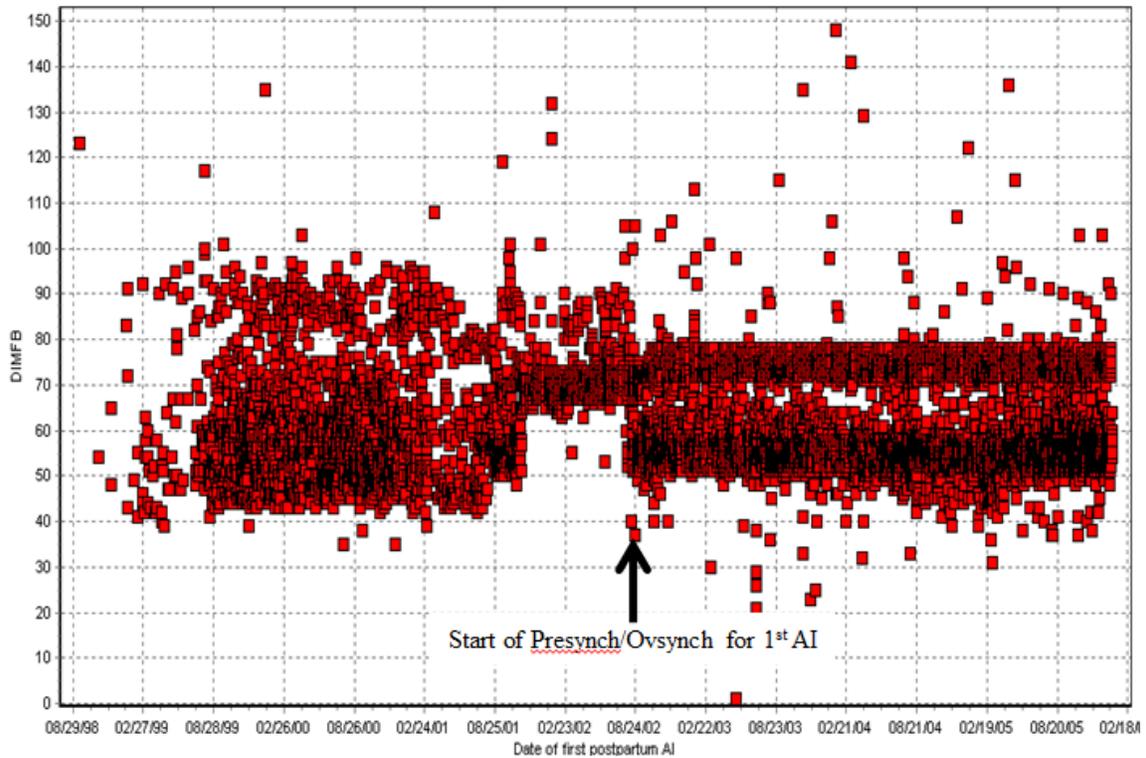


Figure 4B. Pattern of first postpartum AI of a dairy herd in CA (2,300 lactating cows) that implemented timed AI starting August of 2002.

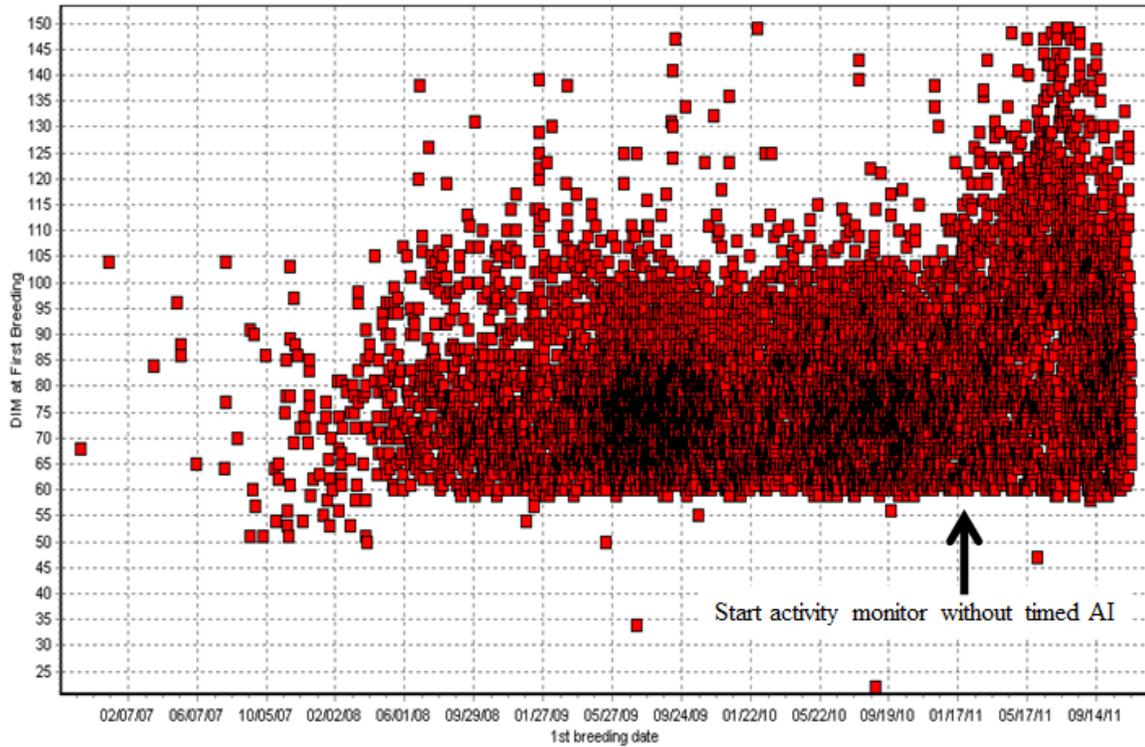


Figure 4C. Pattern of first postpartum AI of a dairy herd in MN (3,100 lactating cows) that implemented the activity monitoring system without timed AI starting January of 2011.

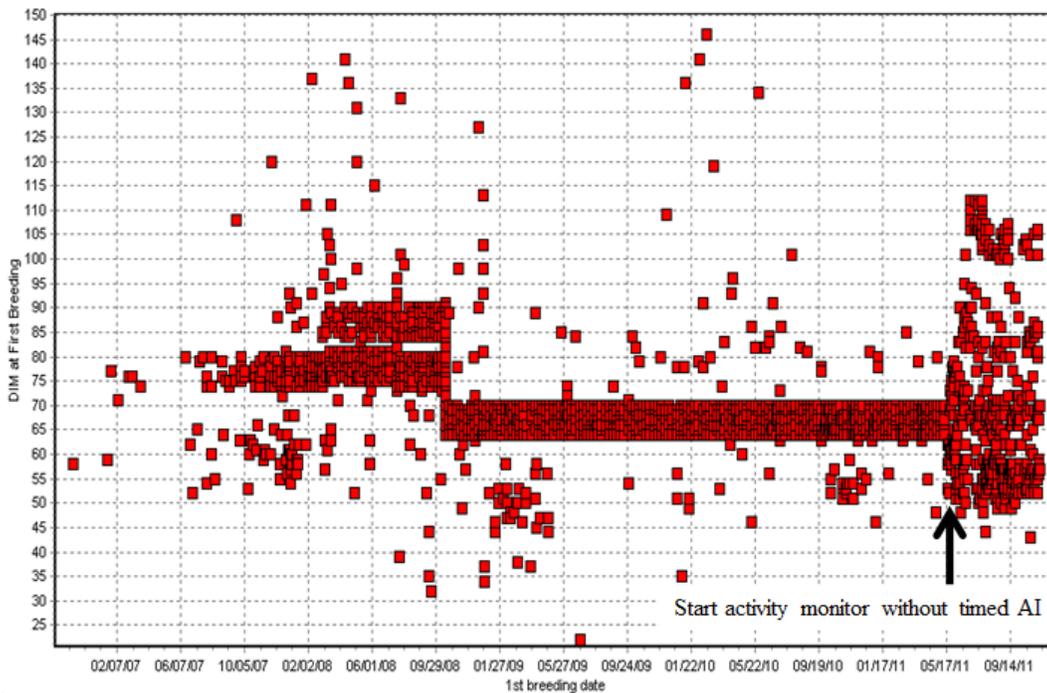


Figure 4D. Pattern of first postpartum AI of a dairy herd in MN (800 lactating cows) that implemented the activity monitoring system without timed AI starting May of 2011.

**MANAGEMENT OF TRANSITION COWS: PRODUCTIVE PERFORMANCE
DEPENDS ON IT**

Ricardo C. Chebel, DVM, MPVM

College of Veterinary Medicine
University of Minnesota

The period from three weeks before to three weeks after parturition in dairy cows, also known as the transition period, is characterized by significant changes in hormonal profile, feed intake, nutrient requirements, metabolism, and energy balance. These changes are known to dramatically affect immune function. In this manuscript we will discuss the physiological changes that affect immune function and we will discuss situations that accentuate immune suppression and predispose cows to health disorders. We will also evaluate how to improve health of transition cows through management in order to reduce health disorders and improve reproductive efficiency.

Peripartum Changes Associated with Immune Suppression and Disease

Peripartum hormonal changes and immune function: In the last weeks of gestation, significant changes in concentrations of cortisol, progesterone, estradiol, prostaglandin F_{2α}, and prolactin occur (Stevenson, 2007). These changes in hormone concentrations occur mainly in response to increased production of monoamine oxidase by the fetus, an enzyme that breaks-down serotonin. The reduction in serotonin concentrations results in increases in corticotropic releasing factor and adrenocorticotrophic hormone concentrations in fetal circulation. Consequently, cortisol secretion by the fetus' adrenal gland increases. Cortisol up-regulates the expression of 17- α hydroxylase, an enzyme that increases secretion of estradiol in the placenta in detriment of progesterone production. Simultaneously, an increase in prolactin and prostaglandin F_{2α} concentrations is observed. These changes are important for onset of colostrum production and preparation for parturition (Akers, 2002).

Although increases in concentration of estradiol and prostaglandin F_{2α} in uterus increase blood flow to the uterus and theoretically the influx of immune cells, cortisol suppresses immune response because it down regulates the neutrophil expression of L-selectin and CD18, adhesion molecules involved in the trafficking of neutrophils from the endothelium to the site of infection (Burton and Kehrl, 1995a; Burton et al., 1995b; Burton et al., 2005).

Cortisol is also produced in adverse conditions (e.g. transport, overstocking) that results in stress and circulating concentrations of cortisol has been used as an indicator of stress (Nanda et al., 1990). Therefore, conditions during the prepartum period that increase stress are expected to increase cortisol concentrations and consequently further suppress immune function of peripartum cows.

Homeorhetic adaptations during the peripartum period and immune function: At the same time that dramatic hormonal changes are occurring, feed intake in the last 14 d

before parturition decreases by approximately 50%, reaching its nadir on the day before parturition (Grummer et al., 2004). Although feed intake starts to increase immediately after parturition, it is not sufficient to meet nutrient requirements for the rapidly increasing milk yield. Thus, cows suffer from negative energy balance for up to 8 to 12 weeks after parturition and must utilize body energy reserves to meet nutrient requirements for milk production.

Therefore, during the transition period cows go from a state of homeostasis to a state of homeorhesis, "orchestrated or coordinated changes in metabolism of body tissues necessary to support a dominant physiological state (Bauman and Currie, 1980)." For peripartum cows, increasing milk production is the dominant physiological state as the utilization of nutrients by the mammary gland of high producing dairy cows exceeds that of the rest of the body in the first trimester of lactation (Bauman, 2000). Some of the homeorhetic changes observed in the peripartum dairy cows are discussed below.

Before the decrease in feed intake prepartum starts, cows have low circulating concentrations of growth hormone (GH) and high circulating concentrations of insulin and insulin-like growth factor-I (IGF-I). Once feed intake starts to decrease and negative energy balance occurs, GH concentration increases and insulin and IGF-I concentrations decrease indicating a decoupling of the somatotropic-IGF-I axis because the liver, under the influence of GH, is the main source of circulating IGF-I (Rhoads et al., 2004; Lucy, 2008). This occurs because during negative energy balance the expression of GH receptor (GHR), particularly GHR1 α , is decreased (McCarthy et al., 2009). As cows return to positive energy balance hepatic expression of GHR1 α increases and hepatic IGF-I production starts to increase (Lucy, 2008).

Insulin-like growth factor-I is a fundamental factor that stimulates growth, differentiation, and functionality of several different cell types. For example, IGF-I is likely to affect innate immunity of peripartum cows because it regulates functionality (i.e. superoxide anion production, oxidative burst, and degranulation) of neutrophils, the primary defense line against infections (i.e. metritis and mastitis). Further, circulating concentrations of neutrophils and production of antibodies (i.e. IgG, IgM, and IgA) are significantly increased in GH-deficient humans and mice after GH-induced increase in concentrations of IGF-I (Kimata and Yoshida, 1994; Ibanez et al., 2005; Sohmiya et al., 2005). Pigs that were treated with IGF-I stimulating compounds and were subjected to simultaneous weaning and transport had greater count and concentrations of neutrophil in the blood than non-treated pigs (Kojima et al., 2008). Thus, exacerbation of negative energy balance during the peripartum period is likely to affect innate and humoral immunity because cows would be exposed to extended periods of time with reduced IGF-I concentration.

Energy sources, liver function, and resulting metabolites: Ruminants have evolved to substitute glucose by volatile fatty acids (i.e. propionate, butyrate, and acetate) and their derivative ketoacids as respiratory and lipogenic fuels (Bauman and Currie, 1980). Nonetheless, glucose remains essential for normal brain and liver function and for production of lactose in the mammary gland, being the latter the most important osmotic

solute of milk production. During early lactation and negative energy balance, insulin-dependent uptake of glucose by tissues other than the mammary gland (i.e. muscle and adipose tissue) is reduced, in part because of increased GH concentrations, assuring that glucose is available for production of copious amounts of lactose and milk (Bauman, 2000; Lucy, 2008). In situations in which cows are exposed to severe and prolonged negative energy balance large amounts of body reserves (i.e. glycogen, lipids, and amino acids) are mobilized to provide the necessary substrate for milk production (Grummer et al., 2004). A consequence of extreme adipose tissue mobilization during the peripartum period is the increasing circulating concentration of non-esterified fatty acids (NEFA), which predisposes cows to hepatic lipidosis (Grummer et al., 2004). Consequently, concentrations of ketone bodies [e.g. beta-hydroxy butirate (BHBA)] may also increase because of compromised liver function and incomplete oxidation of NEFA (Grummer et al., 2004).

Association among feed intake, metabolites concentrations, immune function, and health peripartum: Amount of feed intake is inversely associated with plasma NEFA concentrations, and the latter affects neutrophil function (Klucinski et al., 1988; Rukkamsuk et al., 1999; Hammon et al., 2006). Hammon et al. (2006) demonstrated that cows that had reduced feed intake during the prepartum period had reduced neutrophil activity (phagocytosis and oxidative burst) during the peripartum and were more likely to develop metritis postpartum. This seems to be a consequence of the onset of colostrum/milk production and the simultaneous insufficient feed intake peripartum because cows that were mastectomized 4 months before parturition had greater expression of L-selectin prepartum, greater leukocyte count postpartum, and greater neutrophil killing activity postpartum than cows with intact mammary glands (Kimura et al., 1999).

Compromised immune function due to altered metabolic status predisposes cows to infectious diseases (i.e. metritis, endometritis, and mastitis). Postpartum hepatic lipidosis has been associated with increased length of bacterial shedding from mastitic cows (Hill et al., 1985) and prepartum increase in fat mobilization and serum lipoprotein metabolism resulted in increased risk of metritis and retained fetal membranes (Kaneene et al., 1997). In a recent large study, Ospina et al. (2010) demonstrated that increasing prepartum and postpartum NEFA plasma concentrations were associated with increased risk of retained fetal membranes, metritis, clinical ketosis, and displacement of abomasum. Accentuated negative energy balance accompanied by increased BHBA plasma concentrations during early postpartum also has been associated with increased risk of peripartum diseases (Erb and Grohn, 1988; Grohn et al., 1989; Correa et al., 1993). For example, higher milk acetone concentrations were associated with increased risk of endometritis (Reist et al.; 2003) and increasing BHBA plasma concentration was associated with increased risk of metritis and displacement of abomasum (Ospina et al., 2010).

Prepartum Grouping Management and Transition Cow Health: Regrouping of dairy cows is used in dairy operations to maintain homogenous groups in terms of gestation stage to optimize nutritional management. Thus, in many dairy operations cows

are housed as a group from approximately 230 to 250 d of gestation in so called “dry cow pens” and as another group from 251 d of gestation to parturition in so called “close-up cow pens”. Every week, cows from the dry-cow pen are moved to the close-up cow pen, which results in weekly disruption of social interactions and for many cows disruption of social interactions in the last days before parturition. Constant regrouping of cows changes the hierarchical order among them, forcing cows to reestablish social relationships through physical and nonphysical interactions and exacerbating aggressive and submissive behaviors (von Keyserlingk et al., 2008). Furthermore, because dry-cows and close-up cows are not producing milk, their management is often taken for granted resulting in overstocked pens, insufficient water and feed availability, and exposure to adverse weather conditions (i.e. heat stress). These managerial inadequacies that increase and prolong the negative energy balance during the peripartum transform the normal homeorhetic changes into metabolic diseases (i.e. excessively elevated fat mobilization, hepatic lipidosis, and ketosis) further suppressing immune function of dairy cows and predisposing them to health disorders, and compromised productive, reproductive, and economic performances.

The selection of cows for high milk yield has resulted in significant homeorhetic alterations that predispose them to immune suppression and more diseases postpartum. Managerial inadequacies that increase and prolong the negative energy balance during the peripartum transform the normal homeorhetic changes into metabolic diseases (i.e. excessively elevated fat mobilization, hepatic lipidosis, and ketosis) further suppressing immune function of dairy cows and predisposing them to health disorders, and compromised productive, reproductive, and economic performances.

Housing Strategies

Cows are social animals and as such are highly susceptible to social interactions and hierarchical order. Once housed within a group, dominant cows display physical and non-physical aggressive behavior towards submissive cows. Situations that exacerbate these deleterious interactions among dominant and submissive cows have the potential to affect health and performance. Although group performance is the most common used parameter to evaluate management and protocols, often evaluation of averages masks the poor performance of subordinate cows in particular. Therefore, management should be focused to provide all cows with sufficient feed, water, and resting space to minimize the expression of subordinate behaviors.

Separation of Prepartum Heifers and Cows: Smaller cows are in general more submissive than larger cows. Consequently, when prepartum heifers are housed together with mature cows they are more likely to expressive submissive behavior. In a study in which prepartum heifers were housed with mature cows during the prepartum or were housed alone, heifers housed with mature cows had reduced feed intake and reduced resting time during the prepartum and reduced milk yield compared with heifers housed alone (Table 1).

Table 1. Performance of primiparous when grouped separately from multiparous cows.

<i>Item</i>	Multipar. + Primip.	Primiparous Only
<i>Eating time, min/d</i>	184	205
Eating bouts / d	5.9	6.4
Concentrate intake, kg/d	10.1	11.6
Silage intake, kg/d	7.7	8.6
Lying time, min/d	424	461
Resting periods/d	5.3	6.3
Milk yield, kg/130d	2,383	2,590
Milk fat, %	3.92	3.97

Adapted from Grant and Albright (1995)

Therefore, we recommend that primiparous cows be housed separately from mature cows from at least 21 d before to 21 d after calving. If this is not possible, prepartum and postpartum pens should have a stocking density of < 80%.

Stocking density prepartum and its effects on behavior, feed intake, and immune function: Situations of limited space or access to feed exacerbate aggressive and submissive behaviors. Two small but elegant studies conducted in research facilities of the University of British Columbia in Canada demonstrated the effects of overstocking of prepartum cows on behavior and feed intake. According to one of these studies, cows housed in pens in which the ratio of cows to feeding bin was 2:1 had altered behavior compared with cows housed in pens with cow to feeding bin ratio of 1:1 (Hosseinkhani et al., 2008). Similarly, the second study demonstrated that cows housed in pens with 30 cm/cow of feed bunk space had altered behavior compared with cows housed in pens with 60 cm/cow of feed bunk space (Proudfoot et al., 2009). These altered behaviors included increased rate of feed intake, fewer meals per day, increased feed sorting, decreased overall feed intake, increased standing time, and increased rate of displacement from the feeding area (Hosseinkhani et al., 2008; Proudfoot et al., 2009). The consequences of stocking density for dominant and submissive cows are likely to be distinct. Dominant cows are predisposed to ruminal acidosis when they have increased rate of feed intake, fewer meals per day, and increased feed sorting. On the other hand, submissive cows are more likely to have metabolic diseases such as hepatic lipidosis and ketosis because of reduced feed intake and to develop lameness because of increased standing time and displacement rate. Therefore, overstocking of pens of prepartum cows, a common problem in dairy operations of all sizes, predisposes all cows to inadequate nutrient intake prepartum and consequently compromised immune function. Because cows have allelomimetic behavior, characterized by cows doing the same activity at the same time, it is fundamental during the prepartum period to assure that space is available for all cows to eat at the same time without the expression of aggressive and submissive behaviors.

A study conducted in Italy evaluated the humoral immunity and productive performance of dairy ewes that were housed in high or low stocking density conditions from late gestation to mid-lactation (Caroprese et al., 2009). Ewes that were housed in high stocking density conditions had reduced anti-ovalbumin IgG concentration in

response to an ovalbumin challenge compared with ewes housed in low stocking density conditions (Carporese et al., 2009). Further, ewes that were housed in high stocking density conditions tended to have greater number of aggressive interactions and had reduced milk yield and increased milk somatic cell count (Carporese et al., 2009).

Current recommendations indicate that stocking density during the prepartum should be 1 cow per stall and at least 76 cm of linear feed bunk space per cow. Even in herds in which prepartum cows are housed in good pasture conditions, prepartum cows should have sufficient access to feed bunk to assure that the whole group is ingesting the proper amount of feed and nutrients. An issue that is often overlooked in overstocked and non-overstocked conditions is the amount of water and access to water available to prepartum and postpartum cows. In general, we recommend that a minimum 10 cm of linear water trough space is available per cow and at least 2 water troughs per group to assure that cows have sufficient access to water.

Regrouping frequency and its effects on behavior, feed intake, and milk yield:
Another situation commonly observed in dairy operations that may pose a risk to the health of peripartum cows is frequent regrouping during the prepartum period. Regrouping of dairy cows is used in dairy operations to maintain homogenous groups in terms of gestation stage to optimize nutritional management. Thus, in many dairy operations cows are housed as a group from approximately 230 to 250 d of gestation in so called “dry cow pens” and as another group from 251 d of gestation to parturition in so called “close-up cow pens”. Every week, cows from the dry-cow pen are moved to the close-up cow pen, which results in weekly disruption of social interactions and for many cows disruption of social interactions in the last days before parturition. The effects of regrouping frequency of cows on behavior, feed intake, and health has been less studied and has yielded more contradictory results. In small studies also conducted in Canada cows were demonstrated to have reduced feeding time, greater rate of displacement from the feed bunk and stalls, and reduced milk yield on the days following regrouping (von Keyserlingk et al., 2008). Although the question has not yet been definitively answered, cows may require 3 to 14 days after regrouping to reestablish social stability to pre-regrouping levels (Grant and Albright, 1995). This could be a significant problem for close-up cows because weekly entry of new cows in the close-up could result in social disruption and stress on the last days of gestation, compromising further dry matter intake (DMI) and immune parameters.

Coonen et al. (2011) evaluated dry matter intake, plasma NEFA concentration, and 30-d milk yield of close-up cows (14 to 28 d before expected calving date) that were housed in stable (no new cows entering the close-up pen) or dynamic pen (new cows entering the close-up pen twice weekly). The pens were relatively small (10 cows per pen) and the total number of cows used in the experiment was 85. Cows were observed twice weekly for 1 h after feed delivery to evaluate social disruption in the feed bunk. In this small study no differences in feed bunk displacement rate, DMI, NEFA concentrations during the peripartum, and milk yield between ‘stable’ and ‘dynamic’ grouping systems were observed (Table 2). It is likely that the lack of difference in displacement rate from the feed bunk in this study was a consequence of the monitoring

schedule used, but the lack of difference DMI, NEFA concentration, and milk yield are novel and important to evaluate in larger studies.

Table 2. Effects of stable and dynamic prepartum housing systems on feed bunk displacement, dry matter intake (DMI), plasma concentration of non-esterified fatty acids (NEFA), and milk yield [Adapted from Coonen et al. (2011)].

Variables	Housing		P-value
	Stable	Dynamic	
Feed bunk displacements	1.17 ± 0.52	1.69 ± 0.77	0.39
DMI postpartum, kg/d	25.5 ± 1.6	25.7 ± 1.0	0.53
NEFA, mEq/L			
> d -15	0.21 ± 0.04	0.18 ± 0.04	0.69
d -9 to -14	0.28 ± 0.04	0.21 ± 0.04	0.32
d -3 to -6	0.36 ± 0.04	0.32 ± 0.04	0.63
Lactation first 30 DIM			
Milk yield, kg/d	34.6 ± 1.4	36.9 ± 3.4	0.32
Fat, %	4.59 ± 0.16	4.54 ± 0.33	0.88
Protein, %	3.33 ± 0.12	3.39 ± 0.14	0.62

In a recent study (Silva et al., 2012a) the hypothesis that constant disturbance of social order prepartum by weekly introducing new cows in a close-up pen was tested in a large dairy herd (6,400 lactating cows). Cows (254 ± 7 d of gestation) were paired by gestation length and assigned randomly to an All-In-All-Out (AIAO) or control treatments. In the AIAO (n = 259) treatment, groups of 44 cows were moved into a pen where they remained for 5 wk, whereas in the control treatment (n = 308) approximately 10 cows were moved into a pen weekly to maintain stocking density of 100% and 92% relative to stalls and headlocks, respectively. Cows in the AIAO treatment that had not calved by 5 wk remained in the same pen until calving but new cows were added to the pen to achieve 100% stocking density relative to stalls. Pens were identical in size (44 stalls and 48 headlocks) and design and each of the pens received each treatment a total of 3 times, totaling 6 replicates. Video recording cameras were placed above the feed lane for determination of feed bunk displacement activity (Lobeck et al., 2012). Displacement from the feed bunk was measured, in both pens, during 3 h on the day cows were moved to the close-up pen (-30 d before expected calving date) at 13:00 ± 1:00 and following fresh feed delivery (05:00 ± 1:00) 1, 2, 3 and 7 d after cows were moved to control close-up pen. Displacement rate was calculated as daily displacements divided by the number of cows in the pen to account for stocking density. Cows were examined at enrollment, calving, and 28 and 56 DIM for body condition score (BCS; 1 = emaciated to 5 = obese) and lameness and at 1, 4, 7, 10, and 14 DIM for retained fetal membranes (RFM) and metritis. Cows were observed daily for DA and mastitis until 60 DIM. Blood was sampled weekly from all cows from 21 d before expected calving date to 21 DIM for determination of non-esterified fatty acid (NEFA) concentration. Blood was sampled weekly from 14 d before expected calving date to 14 DIM from a subgroup of cows (n = 34/treatment) to determine neutrophil phagocytosis (PHAGO), oxidative burst (OXID), expression of CD18 and L-selectin, and for hematology. Milk production and components were measured monthly and energy corrected milk yield was calculated for

the first 3 tests. Cows were examined by ultrasound for detection of corpus luteum (CL) at 39 ± 3 and 56 ± 3 DIM. Cows were presynchronized with three injections of prostaglandin F 2α at 41 ± 3 , 55 ± 3 , and 69 ± 3 DIM, and those observed in estrus after 55 DIM were inseminated, whereas cows not observed in estrus were enrolled in an Ovsynch56 protocol at 81 ± 3 DIM. Pregnancy exam was conducted 38 ± 3 and 66 ± 3 d after AI.

In figure 1 we observe that the average stocking density of the control pen varied between 100 and 69.5%, whereas the average stocking density in the AIAO pen varied between 100 and 7.3% (Silva et al., 2012a). There were 17 AIAO cows that did not calve within 5 wk and had to be mixed with other cows. The average interval between mixing of these cows and calving was 4.1 ± 0.6 d. The data referent to these cows is discussed later in this manuscript (Silva et al., 2012b).

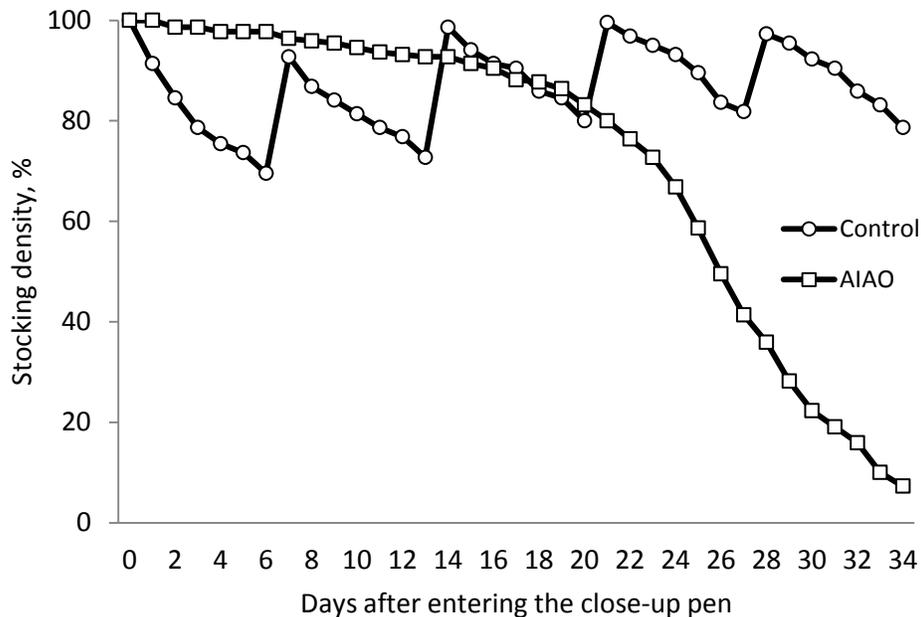


Figure 1. Stocking density of prepartum pens with conventional or All-In-All-Out grouping strategy (Silva et al., 2012a).

A greater number of displacements was observed in the control treatment than in the AIAO treatment (22.0 ± 1.0 vs. 10.4 ± 1.0 ; $P < 0.01$; Lobeck et al., 2012). Similarly, displacement rate was greater for the control than AIAO treatment (0.54 ± 0.03 vs. 0.31 ± 0.03 ; $P < 0.001$; Lobeck et al., 2012). Treatment did not affect BCS ($P > 0.59$) or lameness ($P > 0.35$) at any interval of the study (Silva et al., 2012a). Glucose (59.2 ± 1.3 mg/dl; $P = 0.28$) and NEFA (227.2 ± 3.2 $\mu\text{mol/L}$; $P = 0.17$) concentrations were not affected by treatment (Silva et al., 2012a). Percentage of neutrophil positive for OXID ($P = 0.91$) and PHAGO ($P = 0.98$) and intensity of OXID ($P = 0.94$) and PHAGO ($P = 0.91$) were not different between treatments. In addition, percentages of neutrophil expressing CD18 ($P = 0.17$) or L-Selectin ($P = 0.83$) were not different between treatments (Silva et al., 2012c). Number of leukocytes ($P = 0.64$), neutrophils ($P = 0.33$), and lymphocytes (P

= 0.80) were not affected by treatment (Silva et al., 2012c). Similarly, treatment had no effect on incidence of RFM ($P = 0.84$), metritis ($P = 0.35$), acute metritis ($P = 0.54$), DA ($P = 0.92$), and mastitis ($P = 0.47$; Table 2; Silva et al., 2012b). Treatment had no effect on milk yield (33.1 ± 0.3 kg/d, $P = 0.82$), energy corrected milk (37.2 ± 0.3 kg/d, $P = 0.66$), and linear somatic cell score (2.9 ± 0.1 , $P = 0.28$; Silva et al., 2012b). Percentage of cows with a CL on d 39 ($P = 0.17$) and 56 ($P = 0.96$) and percentage of cows pregnant after first AI ($P = 0.47$) were not affected by treatment (Silva et al., 2012b).

Table 3. Effects of a conventional and All-In-All-Out prepartum grouping systems on plasma concentration of non-esterified fatty acids (NEFA), incidence of postpartum diseases, culling, yield of energy corrected milk (ECM), resumption of cyclicity, estrous expression, and pregnancy to first postpartum AI [Adapted from Silva et al. (2012a), Silva et al. (2012b), and Silva et al. (2012c)].

	Conventional (n = 308)	AIAO (n = 259)	P-value
NEFA from 21 d before to 21 d after calving, $\mu\text{mol/L}$	80.4 ± 8.2	62.9 ± 8.5	0.17
NEFA > 100 $\mu\text{mol/L}$ (21 d before calving), %	62.7	55.8	0.19
NEFA > 130 $\mu\text{mol/L}$ (7 d before calving), %	25.4	25.5	0.99
Retained fetal membranes, %	10.9	11.6	0.84
Metritis, %	16.7	19.8	0.35
Displacement of abomasum, %	3.2	1.7	0.92
Mastitis, %	13.8	11.3	0.47
Culling within 60 DIM, %	9.1	8.9	0.94
90-d ECM, kg/d	37.5 ± 0.4	36.8 ± 0.4	0.66
Cyclic by 53 DIM	90.1	90.2	0.96
Cows inseminated in estrus, %	93	91	0.52
Pregnant 63 d after first AI, %	36.3	40.0	0.47

Among AIAO cows, those that did not calve within 35 d after enrollment and had an additional change in group a few days before calving (average 4.1 ± 0.6 d) had similar incidence of health disorders and reproductive performance compared with those that calved within 35 d after enrollment and were only regrouped once, at enrollment. Furthermore, cows with additional regrouping a few days prepartum had greater yield of ECM than those that did not have additional regrouping (39.1 ± 2.4 vs 32.3 ± 1.4 kg/d; $P < 0.01$).

According to the current experiment, even though in commercial herds where size of close-up pens is expected to be larger than in research facilities, weekly entry of new

cows in a close-up pen is expected to cause more agonistic interactions in the feed bunk than stable pen. In the current experiment, however, the increased rate of displacement from the feed bunk did not result in compromised innate immune function or metabolic parameters. Correspondingly to these findings, increased social disturbance in the control treatment did not result in greater incidence of diseases or reduced reproductive and productive performances. It is interesting that even AIAO cows that underwent group change within 4.1 ± 0.6 d prepartum no significant increase in incidence of disease or reduction in reproductive performance were observed. From the current experiment and from the experiment by Coonen et al. (2011) we conclude that conventional prepartum grouping strategy (i.e. weekly entry of new cows to the close-up pen) does not affect health of cows. These are important findings because the average stocking density of the control pen was 87%, whereas in the AIAO pen it was 73% (Silva et al., 2012a). Therefore, in a herd with 1,000 lactating dairy cows, with 110 calving per month, and a close-up period of 28 d, the dairy would need 126 stalls if a conventional system is implemented and 150 stalls if an AIAO system is implemented. If the cost of a stall is approximately \$ 5,000, the additional cost to build the close-up pen for an AIAO system would be approximately \$ 120,000.

Heat Abatement: Exposure of cows to heat stress during the prepartum period results in smaller calf birth weight (31 vs. 44 kg) and reduced milk yield throughout the lactation (7.5 kg/d less milk; do Amaral et al., 2009). In a study conducted in CA, prepartum cows (last 28 d before calving) were offered shade and fans in addition to sprinkler for heat abatement (Urdaz et al., 2006). Fans were 91.4 cm diameter with air speed of $317.2\text{m}^3/\text{min}$ and placed 2.4 m high, 6.1 m apart, and in 30° angles. Shades were 3.9 m (front) and 3.4 m (back) high and provided 95% shade. Sprinklers were 1.7 m high and 1.5 m apart, and provided 1.4-1.8 l of water per minute. Providing shade and fans resulted in reduced exposure of cows to heat stress from 60% to 48% of the time spent in the prepartum pen. Cows that had shades and fans in addition to sprinkler produced 84 kg more milk in the first 60 d postpartum (2408 vs. 2324 kg), which resulted in 95% profit per year over each dollar spent.

Therefore, heat abatement should be a goal for prepartum as well as postpartum cows to assure improved health and productivity.

Transition Cow, Energy Sources, Fat and Reproduction

Lipogenic nutrients are those that can be metabolized and form 2 C compounds favoring the production of acetyl-CoA, whereas glucogenic nutrients are those that once metabolized form 3 C compounds and favor the production of oxaloacetate. Metabolism of carbohydrates and protein in the rumen results in the formation of volatile fatty acids (VFA) of which acetate and butyrate are considered lipogenic and propionate is considered a glucogenic. Fats that are not digested in the rumen are another source of dietary lipogenic nutrients.

Early lactation cows have reduced concentrations of insulin, which diverts glucose utilization from muscle and adipose tissue to mammary gland for production of

lactose and milk. Therefore, during early lactation, the NEB results in shortage of glucogenic precursors and in increase of lipogenic precursors, particularly NEFA from body fat mobilization. The excessive mobilization of body fat, and production of acetyl-CoA precursors, if not met by sufficient amounts of oxaloacetate precursors, results in production of ketones, acetone, acetoacetate, and β -hydroxybutyrate (BHBA), resulting eventually in ketosis. Excess of lipogenic precursors may also result in esterification and storage of fatty acids and triacylglycerides (TAG) in the liver, resulting eventually in fatty liver. As mentioned above, high concentrations of NEFA have been correlated with reduced oocyte competence. Further, increased and longer NEB has been correlated with anovular condition and reduced fertility.

Therefore, researchers have attempted to improve fertility of lactating dairy cows by shifting diet composition to a more glucogenic than lipogenic diet, such that increased absorption of propionate would increase production of glucose and increase concentrations of insulin, diverting glucose utilization from mammary gland and reducing mobilization of body energy reserves.

Cows fed 3.4% fat and 26.7% starch (DM basis) from 3 weeks pre-partum to 9 weeks postpartum had similar milk yield, DMI, and metabolizable energy (ME) intake compared with cows fed diets containing 5.4% fat and 9.5% starch (van Knegsel et al., 2007a). However, the former had smaller milk fat (1.68 ± 0.03 vs. 1.90 ± 0.02 kg/d), smaller partitioning of energy to milk production (256.8 ± 2.9 vs. 280.2 ± 4.3 kcal/(kg^{0.75} d)), and reduced body fat mobilization (332 vs. 558 g/d) (van Knegsel et al., 2007a). In a follow-up study, cows were fed extremes of glucogenic (3.1% fat and 26.6% starch) and lipogenic (5% fat and 10.4% starch) diets or an intermediate (4.1% fat and 17.9% starch) diet from 3 weeks pre-partum to 9 weeks postpartum (van Knegsel et al., 2007b). There were no differences in body weight and BCS changes, DMI, net energy (NE) intake, milk yield and milk protein yield. Cows fed the more glucogenic diets, however, had smaller milk fat yield, less calculated NEB and earlier return to positive energy balance, smaller NEFA, BHBA, and liver TAG (Figure 2; van Knegsel et al., 2007b). Furthermore, cows fed the glucogenic diet (4.20 ± 0.39 μ IU/ml) had greater insulin concentration than cows fed the intermediate (2.78 ± 0.21 μ IU/ml) or lipogenic (2.86 ± 0.27 μ IU/ml) diets (van Knegsel et al., 2007b). In this same study, the interval from calving to first rise in P4 concentration, indicative of resumption of ovarian cycles, was shorter for cows fed glucogenic diets (20.4 ± 0.9 d) compared with cows fed intermediate (24.4 ± 2.9 d) and lipogenic diets (26.4 ± 2.2 d), but there were no effects on length of luteal phase or estrous cycle (van Knegsel et al., 2007b). Probably as a result of increased cholesterol precursors offered in the intermediate and lipogenic diets, mean concentrations of P4 during the first postpartum luteal phase were greater for cows fed intermediate or lipogenic diets compared with cows fed glucogenic diets (31.4 ± 2.4 , 27.0 ± 3.0 , and 22.5 ± 1.4 ng/mL, respectively). From these experiments, it is possible to suggest that feeding diets more conducive to production of glucogenic nutrients may improve fertility through the following mechanisms: 1. increased glucose production and increased insulin and IGF-I concentrations; 2. reduced milk fat yield, improved energy balance, and reduced NEFA concentrations; and, 3. early resumption of normal ovarian cycles and improved oocyte quality.

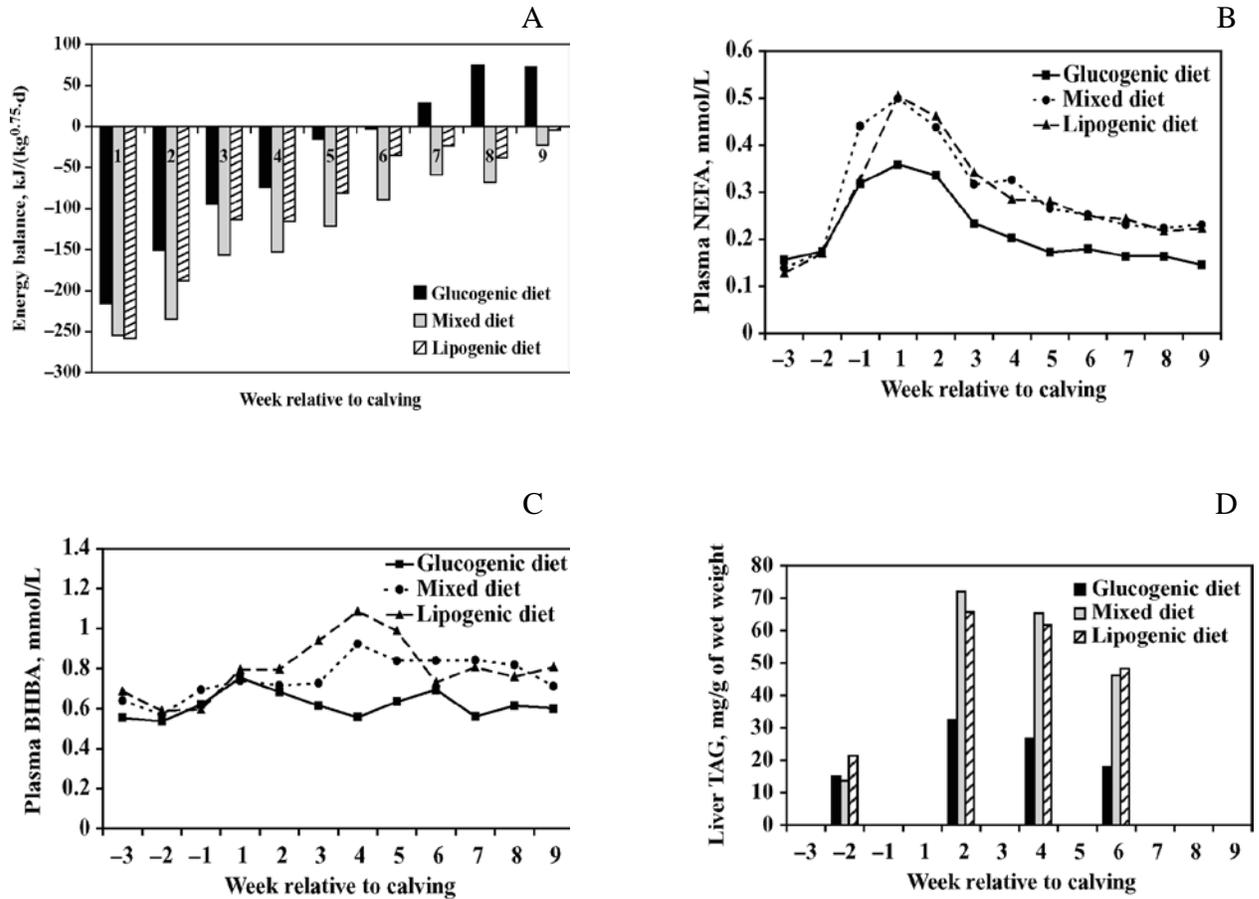


Figure 2. Effects of glucogenic, mixed, or lipogenic diets on calculated energy balance (panel A), plasma NEFA concentration (panel B), plasma BHBA concentration (panel C), and liver triacylglycerides (panel D). From van Knegsel et al. (2007b).

It is important to note that feeding diets high in glucogenic precursors, particularly propionate, may result in suppressed DMI. This would be explained by the hepatic oxidation theory according to which excessive hepatic oxidation would cause stimulation of afferent nerves in the liver (vagal nerve) and suppression of DMI (Allen et al., 2009). This is particularly important for transition cows that weeks before calving start to mobilize fat, which results in a state of hyperlipidemia, increased concentrations of NEFA, increased TAG in the liver and reduced gluconeogenesis, and increased hepatic oxidation and reduced DMI (Allen et al., 2009). On the other hand, diets that increase lactate concentrations increase DMI because of lesser effect of lactate on hepatic oxidation, particularly during meals, because of the longer interval from feed intake to lactate absorption in the small intestine and because liver extraction of lactate from the blood is slower than that of propionate, resulting in slower and lesser hepatic oxidation (Allen et al., 2009). Furthermore, continued feeding of diets containing elevated amounts of glucogenic nutrients up to first AI and thereafter, however, may have negative results on fertility, particularly because of increased catabolism of steroidal hormones. Increased energy intake and the resulting increased insulin concentrations have been suggested to increase blood flow through the liver, which may elicit greater catabolism of steroidal

hormones (i.e. progesterone and estradiol), which are critical for establishment and maintenance of pregnancy (Vasconcelos et al., 2003).

Feeding supplemental fats in diets of ruminants was thought to be a method to increase feed efficiency by increasing energy density of diets, because diets of ruminants fed no supplemental fats have approximately 2% fat (DM basis). Therefore, feeding of supplemental fats to early lactation cows was thought to be an appropriate approach to minimize or at least reduce NEB. However, cows fed supplemental fats usually do not have improved energy balance either because of reduced DMI or increased milk yield (Santos et al., 2008). Even so, initial studies demonstrated that despite the lack of effect of fat feeding on energy balance, cows fed supplemental fats had improved reproductive efficiency, leading to the suggestion that feeding certain long chain fatty acids (**LCFA**) improved fertility by altering fatty acid (**FA**) substrates and not energy balance. As with many other nutrients, there are essential and non-essential FA. In mammals the lack of desaturase enzymes beyond the 9th carbon of the acyl chain does not allow for the production of n-6 and n-3 fatty acids, which are therefore considered essential fatty acids. Lipids offered in the diet are critical sources of energy, but are also essential part of cell membrane physical and functional structures. Cell membrane functions are regulated in part by fatty acid composition (i.e. increased unsaturation of membranes results in reduced fusion point altering fluidity of membranes). Mattos et al. (2000) demonstrated that unsaturation level and position of double bonds have a marked effect on function of cell membranes, which may partly explain their effects on reproduction. One of the major impediments to the understanding of the mechanisms by which supplemental fats may alter fertility, aside from potential improvement in energy balance, is the fact that nearly 70% of C18:2 n-6 and 85% of C18:3 n-3 fed to lactating dairy cows are biohydrogenated in the rumen when fed as unprotected oils or as Ca salts of long chain fatty acids (**Ca-LCFA**), respectively (Juchem, 2007). Therefore, lipolysis of triacylglycerols and biohydrogenation of unsaturated FA in the rumen and the lack of data to determine the needs of reproductive organs for FA complicates the understanding of the role of FA on fertility.

Among other things, FA are precursors to eicosanoids (i.e. prostaglandins, thromboxanes, leukotrienes, etc.). Therefore, uterine synthesis of prostaglandin (**PG**) $F_{2\alpha}$ is regulated in part by the availability of substrate (arachidonic acid – AA; C20:4 n-6) of which C18:2 n-6 is a precursor. There is evidence to support that feeding greater levels of C18:3 n-3 through fish meal or Ca-LCFA results in shift of endometrial cells membrane fatty acid composition with greater incorporation of eicosapentaenoic (EPA) and total n-3 FA compared with AA (Santos et al., 2008). The ability to manipulate production of $PGF_{2\alpha}$ by the endometrium through different feeding strategies is of extreme importance because higher concentrations of $PGF_{2\alpha}$ around parturition may result in improved uterine health and reduced concentrations of $PGF_{2\alpha}$ during the estrous cycle, particularly close to the period of maternal recognition of pregnancy, may significantly improve reproductive performance.

In an attempt to improve uterine health through increased production of $PGF_{2\alpha}$ early postpartum, researchers have fed cows supplemental fat prepartum. Cullens et al.

(2004) observed that cows fed Ca-LCFA rich in n-6 FA had reduced incidence of retained placenta, metritis, and mastitis. When Juchem et al. (2007) supplemented cows Ca-LCFA of palm oil or a blend of C18:2 n-6 and trans-octadecenoic reduced incidence of puerperal metritis was observed (8.8 vs. 15.1%). Finally, although cows fed diets rich in C18:2 n-6 had improved immune function, no benefits were observed on incidences of retained placenta and metritis (Santos et al., 2008). Therefore, benefits of supplementing C18:2 n-6 rich FA in diets of prepartum cows on incidence of clinical disease are limited.

Replacement of corn with Ca-LCFA in the postpartum diet increased the number of medium and large follicles and the size of the largest follicle of lactating dairy cows (Lucy et al., 1993). However, it appears that not only fat feeding has an effect on follicular growth, but type of fat fed plays a role as well, because cows supplemented with increasing amounts of polyunsaturated FA (PUFA) had larger follicles compared with cows fed more monounsaturated FA (Santos et al., 2008). Although it has been observed that cows that ovulate sooner after calving also have earlier emergence and growth of larger follicles, studies in which cows supplemented with Ca-LCFA of palm and fish oils postpartum or Ca-LCFA of palm oil (Juchem et al., 2007) or a blend of C18:2 n-6 and trans-octadecenoic FA pre- and postpartum (Juchem et al., 2007) no differences in incidence of anovular condition were observed. Similarly, when cows were supplemented with Ca-LCFA of palm oil or safflower oil from 2 wk prepartum up to 4 wk postpartum and thereafter fed supplemental Ca-LCFA of palm oil or fish oil no differences in proportion of anovular cows were observed (Silvestre, unpublished data; Santos et al., 2008).

Increased fat feeding has consistently resulted in increased concentrations of progesterone. Fat supplementation increases concentration of cholesterol in plasma and follicular fluid, which is a precursor for progesterone synthesis in the ovarian cells. Because progesterone concentration before and after ovulation is critical for fertility of dairy cows, it could be expected that increases in progesterone concentration resulting from supplemental fat in diets of lactating dairy cows would improve fertility.

As mentioned above, changes in fatty acids profile fed in the diet may alter cell membrane FA composition. Developmental capacity of oocytes collected transvaginally from cows fed different amounts of Ca-LCFA (200 vs. 800 g/d) was assessed in vitro (Fouladi-Nashta et al., 2007). Although cleavage rate was slightly smaller for cows supplemented with more fat (66.6 ± 2.1 vs. $72.0 \pm 2.2\%$), blastocyst/IVF production (19.4 ± 1.8 vs. $27.4 \pm 2.2\%$) and blastocyst/cleaved oocyte production (29.1 ± 2.5 vs. $38.0 \pm 2.8\%$) were greater for cows supplemented higher levels of fat. However, from this experiment it was not possible to determine if any specific FA was responsible for better quality oocytes. Supplementation of superovulated cows with unsaturated n-6 and n-3 FA resulted in better embryo development compared with cows fed saturated fats, but there were no differences in fertilization and development rates between cows fed diets rich in n-6 or n-3 FA (Thangavelu et al., 2007). Cerri et al. (2009) demonstrated that non-superovulated lactating dairy cows fed diets rich in C18:2 n-6 and trans-octadecenoic FA produced embryos with greater proportion of live cells and of better quality compared with cows fed diets rich in Ca-LCFA of palm oil. Similarly, embryos from gilts fed diets

rich in C18:2 n-6 had greater number of nuclei after cryopreservation compared with embryos from gilts fed diets with reduce fat concentration (Kojima et al., 1996). Therefore, it is possible to suggest that diet FA composition may affect embryo quality.

As mentioned above, altering diet composition of FA may alter cell membrane FA composition. Cows fed n-3 FA rich diets had attenuated production of PGF metabolites (**PGFM**) either after estrogen/oxytocin challenges or after parturition, because of increased concentrations of EPA and docosahexaenoic acid (**DHA**) in endometrial cells (Mattos et al., 2002; Mattos et al., 2004). On the other hand, feeding diets rich in n-6 FA increased PGFM after an oxytocin challenge, probably as a result of increased concentration of AA in endometrial cell membranes (Robinson et al., 2002; Petiti et al., 2004). Increasing n-3 FA in diets inhibits PGF_{2α} secretion because of reduced availability of AA, increased concentration of FA that compete with AA for PG synthase-2 (i.e. EPA and DHA), or by inhibiting PG synthase-2 activity (Mattos et al., 2002; Bilby et al., 2006).

Finally, effects of supplemental fat on fertility have been summarized by Santos et al. (2008). In general it can be concluded that when supplemental fat results in improved energy balance improvements in reproductive performance are expected; feeding n-6 FA rich diets pre- and postpartum may improve fertility by improving uterine environment, fertilization rate, and embryo quality; and, feeding diets rich in n-3 FA may improve fertility by reducing pregnancy loss because of inhibition of PGF_{2α} secretion around the time of maternal recognition of pregnancy.

Body Condition Score, Energy and Reproduction

Body condition scoring is an indirect method to assess body reserves, particularly fat, and change in BCS can indicate energy balance of cattle. Although in the 1980's body condition score (BCS) was from a 1 to 9 scale, more recently a scale of 1 to 5 with increments of 0.25 unit has been used for dairy cattle (Ferguson et al., 1994). The amount of energy provided by the loss of 0.25 BCS unit in a 1,320 lb cow is between 86.5 to 99.8 Mcal of NE_L and the amount of energy required to gain 0.25 BCS unit is between 107.8 and 117 Mcal of NE_L, depending on initial BCS. Therefore, a 1,320 lb cow with BCS = 4 at calving that loses 1 unit of BCS during the first 60 d of lactation would have mobilized enough energy to produce approximately 1,145 lb of 4% fat-corrected milk. Because of insufficient DMI during early lactation, it is not uncommon for cows to lose more than 0.75 unit of BCS from calving to 60 DIM.

Body condition at calving and body condition loss after calving: Santos et al. (2009) demonstrated that cows with BCS < 3.0 at calving were less likely to be cyclic at 65 DIM than those cows with BCS = 3.0 – 3.5 or those with BCS > 3.75 (Figure 3). Similarly, cows with BCS < 3.0 at 65 DIM were less likely to be cyclic at 65 DIM than those cows with BCS = 3.0 – 3.5 or those with BCS > 3.75 (Figure 3). Further, cows that lost 1 unit or more of BCS from calving to 65 DIM were less likely to be cyclic at 65 DIM than those that lost between 0.25 and 0.75 unit or those that did not lose BCS in the same period (Figure 3). Consequently, BCS at calving and at 65 DIM and BCS change

from calving to 65 DIM affected fertility of lactating dairy cows (Santos et al., 2009; Figure 3).

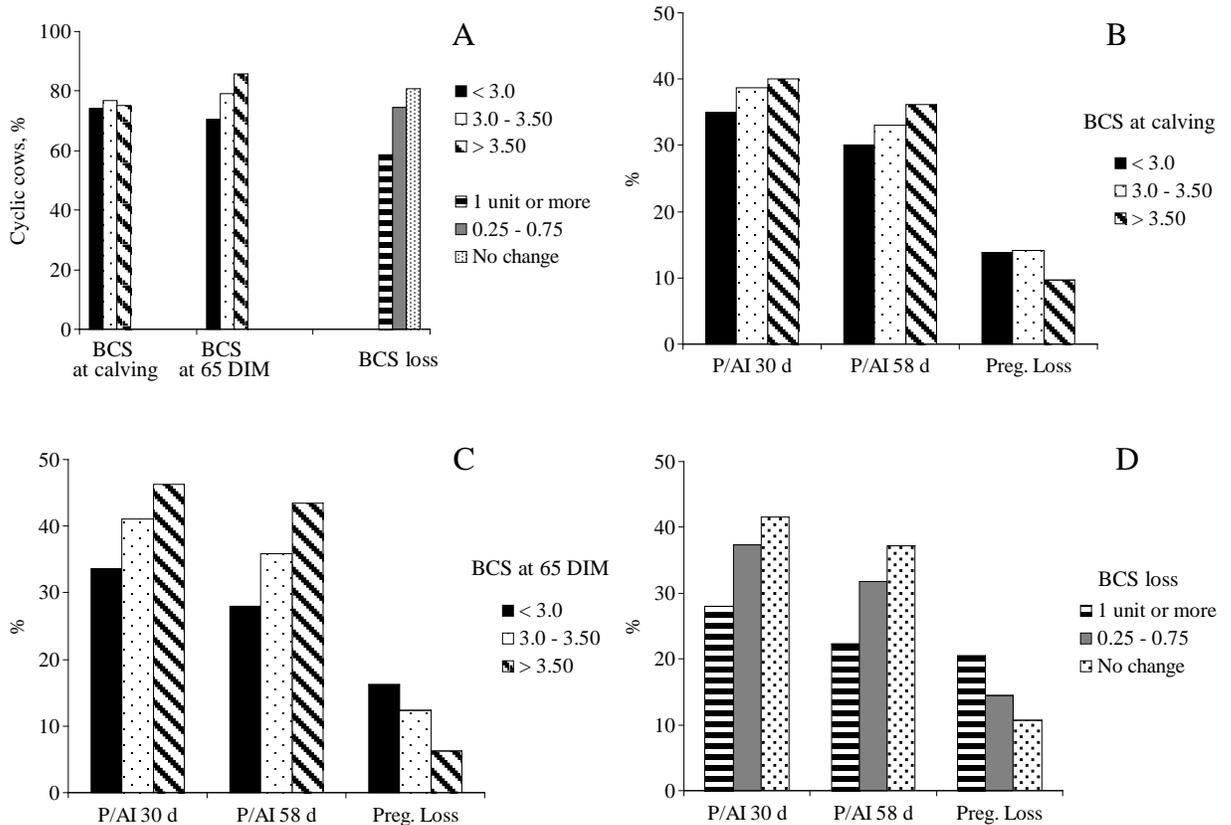


Figure 3. Effect of BCS at calving and at approximately 65 DIM and BCS change from calving to approximately 65 DIM on incidence of cyclic cows and on pregnancies per AI. From Santos et al. (2009).

Changes in body condition score during the dry-period: Change in BCS during the dry period also had a significant impact on fertility. A total of 8,982 lactations from 6,583 mature Holstein cows were evaluated (Mendonça and Chebel, 2011). Cows received a BCS at dry-off and at calving and were classified into 3 groups: no change (NC), gained (G), or lost (L) BCS during the dry period. Dry period lasted approximately 55 d. Proportion of cows pregnant at 90 and 150 DIM was smallest for cows that lost BCS (31.6 and 59.3%) followed by cows that gained BCS (33.9 and 62.5%) and cows that had no change in BCS (35.1 and 63.9%) during the dry period (Table 4; Mendonça and Chebel, 2011). Further, the median interval from calving to conception was nearly 6 and 8 d shorter for cows that gained BCS and cows that had no change in BCS, respectively, compared with cows that lost BCS (Table 4; Mendonça and Chebel, 2011). This reduced in fertility of cows that lost BCS during the dry period could in part be explained by increased incidence of retained fetal membranes, metritis, and post-parturient diseases in cows that lost BCS during the dry period (Table 4; Mendonça and Chebel, 2011).

Table 4. Incidence of postpartum diseases and reproductive performance according to BCS change during the dry-period.

	No Change	Lost	Gained
Lactations evaluated	2972	2951	1109
RFM, %	3.4 ^a	5.5 ^b	3.0 ^a
Metritis, %	15.9 ^a	23.7 ^b	11.8 ^c
Postpartum treatment, %	25.0 ^a	34.2 ^b	23.1 ^a
% Pregnant 90 DIM	35.1 ^a	31.6 ^b	33.9 ^{a,b}
% Pregnant 150 DIM	63.9 ^a	59.3 ^b	62.5 ^a
Median days open	118 ^a	126 ^b	120 ^a

a,b,c Values with different superscript differ ($P < 0.05$)

Average BCS at dry off was 3.49 ± 0.01 , 3.3 ± 0.01 , and 3.77 ± 0.01 and at calving 3.49 ± 0.01 , 3.6 ± 0.01 , 3.41 ± 0.01 for NC, G, and L cows, respectively. There was a strong correlation ($P < 0.01$; $r^2 = 0.96$) between BCS at dry-off and proportion of cows losing BCS during the dry period (Figure 4). This is in agreement with data from Hayirli et al. (2002) that demonstrated that obese cows had smaller DMI throughout the dry period and steeper decrease in DMI one week before calving than cows with low or moderate BCS. As expected, extended interval from calving to conception resulted in greater BCS at dry-off (Figure 5), indicating that aggressive reproductive programs to assure conception early in lactation are critical steps to control BCS at dry-off, BCS change during the dry period, incidence of diseases, milk yield, and reproductive performance in the subsequent lactation.

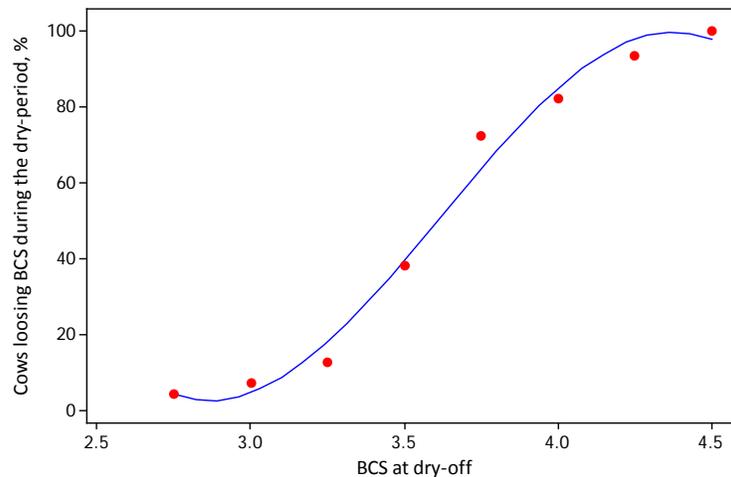


Figure 4. Correlation between BCS at dry-off and percentage of cows that lost BCS during the dry-period (Cows that lost BCS during the dry-period = $2374 - (2119 \times \text{BCSD}) + (612 \times \text{BCSD}^2) - (56 \times \text{BCSD}^3)$; $r^2 = 97.8\%$). Adapted from Mendonça and Chebel (2011).

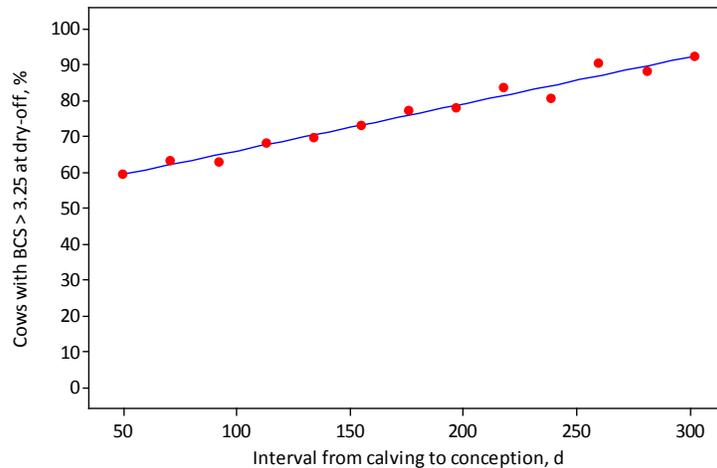


Figure 5. Correlation between interval from calving to conception (ICC) and percentage of cows with BCS at dry-off > 3.25 (Cows with BCS at dry-off > 3.25 = 52.8 + 0.1 x ICC; $r^2 = 96.9\%$). Adapted from Mendonça and Chebel (2011).

Effects of diseases on performance and reproductive efficiency

Cows exposed to conditions that limit feed intake prepartum either because of physical impediment (i.e. overstocking) or because of continued social disruption (i.e. regrouping), common problems observed during the prepartum period, are at greater risk of immune suppression and metabolic diseases peripartum and health disorders postpartum, which are expected to reduce productivity of dairy cows and profitability of dairy operations. Severe economic losses are estimated to result from the following diseases: retained fetal membrane, \$ 312/case (Laven and Peters, 1996); metritis, \$ 300/case (Guard, 1998); displacement of abomasum, \$ 340/case (Guard, 1998); and, mastitis, \$ 224/case (Steenefeld et al., 2011). These losses are the consequence of costs related to treatment, discarded milk, reduced milk yield, and increased culling. Because some of these references are nearly two decades old and because calculations did not account for negative effects of these diseases on reproductive performance, the costs associated with these diseases are much higher.

REFERENCES

- Akers, R. M. 2002. Endocrine, growth factor, and neural regulation of mammary development. In *Lactation and the Mammary Gland*, edn. 1, pp 165-198. Ames, IA: Blackwell Publishing Professional.
- Allen, M. S., B. J. Bradford, and M. Oba. 2009. The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. *J. Anim. Sci.* 2009 Jul 31. [Epub ahead of print] PMID: 19648500 [PubMed - as supplied by publisher]
- Bauman, D. E., and W. B. Currie. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63:1514-1529.
- Bauman, D. E. 2000. Regulation of nutrient partitioning during lactation: homeostasis and homeorhesis revisited. In *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism,*

- Growth, and Reproduction*, edn. 1, pp. 311-328. Cambridge, MA: CABI Publishing.
- Bilby, T. R., J. Block, B. C. do Amaral, O. Sa Filho, F. T. Silvestre, P. J. Hansen, C. R. Staples, and W. W. Thatcher. 2006. Effects of dietary unsaturated fatty acids on oocyte quality and follicular development in lactating dairy cows in summer. *J. Dairy Sci.* 89(10):3891-3903.
- Burton, J. L., and M. E. Kehrli Jr. 1995a. Regulation of neutrophil adhesion molecules, and shedding of *Staphylococcus aureus* in milk of cortisol- and dexamethasone-treated cows. *Am. J. Vet. Res.* 56:997-1006.
- Burton, J. L., M. E. Kehrli Jr., S. Kapil, and R. L. Horst. 1995b. Regulation of L-selectin and CD18 on bovine neutrophils by glucocorticoids: effects of cortisol and dexamethasone. *J. Leukoc. Biol.* 57:317-325.
- Burton, J. L., S. A. Madsen, L. Chang, P. S. D. Weber, K. R. Buckham, R. van Dorp, M. Hickey, and B. Earley. 2005. Gene expression signatures in neutrophils exposed to glucocorticoids: A new paradigm to help explain “neutrophil dysfunction” in parturient dairy cows. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 105:197-219.
- Carporese, M., G. Annicchiarico, L. Schena, A. Muscio, R. Migliore, and A. Sevi. 2009. Influence of space allowance and housing conditions on the welfare, immune response and production performance of dairy ewes. *J. Dairy Res.* 76:66-73.
- Cerri, R.L.A., S.O. Juchem, R.C. Chebel, H.M. Rutigliano, R.G.S. Bruno, K.N. Galvão, W.W. Thatcher, and J.E.P. Santos. 2009. Effect of fat source differing in fatty acid profile on metabolic parameters, fertilization and embryo quality in high-producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:1520-1531.
- Coonen, J. M., M. J. Maroney, P. M. Crump, and R. R. Grummer. 2011. Short communication: Effect of a stable pen management strategy for precalving cows on dry matter intake, plasma nonesterified fatty acid levels, and milk production *J. Dairy Sci.* 94:2413–2417.
- Correa, M. T., H. Erb, and J. Scarlett. 1993. Path analysis for seven postpartum disorders of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76:1305-1312.
- Cullens, F. M., C. R. Staples, T. R. Bilby, F. T. Silvestre, J. Bartolome, A. Sozzi, L. Badinga, W. W. Thatcher, and J. D. Arthington. 2004. Effect of timing of initiation of fat supplementation on milk production, plasma hormones and metabolites, and conception rates of Holstein cows in summer. *J. Dairy Sci.* 86 (Suppl. 1), 308 (abstr.).
- do Amaral, B. C., E. E. Connor, S. Tao, J. Hayen, J. Bubolz, and G. E. Dahl. 2009. Heat-stress abatement during the dry period: does cooling improve transition into lactation? *J. Dairy Sci.* 92:5988-5999.
- Erb, H. N., and Y. T. Grohn. 1988. Symposium: health problems in the periparturient cow. Epidemiology of metabolic disorders in the periparturient dairy cow. *J. Dairy Sci.* 71:2557-2571.
- Ferguson, J. O., D. T. Galligan, and N. Thomsen. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77:2695-2703.
- Fouladi-Nashta, A. A., C. G. Gutierrez, J. G. Gong, P. C. Garnsworthy, and R. Webb. 2007. Impact of dietary fatty acids on oocyte quality and development in lactating dairy cows. *Biol. Reprod.* 77(1):9-17.

- Grant, R. J., and J. L. Albright. 1995. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 73:2791-2803.
- Grohn, Y.T., H. N. Erb, C. E. McCulloch, and H. S. Saloniem. 1989. Epidemiology of metabolic disorders in dairy cattle: association among host characteristics, disease, and production. *J. Dairy Sci.* 72:1876-1885.
- Grummer, R. R., D. G. Mashek, and A. Hayirli. 2004. Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Vet. Clin N Am. Food Anim.* 20:447-470.
- Guard, C. 1998. Fresh cow problems are costly: Culling hurts the most. *Proc. Ann. Conf. Vet. Med., Cornell Univ., Ithaca, NY.*
- Hammon, D. S., I. M. Evjen, T. R. Dhiman, J. P. Goff, and J. L. Walters. 2006. Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. *Vet Immunol Immunopathol* 113:21-29.
- Hayirli, A., R. R. Grummer, E. V. Nordheim, and P. M. Crump. 2002. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. *J Dairy Sci.* 85(12):3430-3443.
- Hill, A. W., I. M. Reid, and R. A. Collins. 1985. Influence of liver fat on experimental *Escherichia coli* mastitis in periparturient cows. *Vet. Rec.* 117:549-551.
- Hosseinkhani, A., T.J. DeVries, K.L. Proudfoot, R. Valizadeh, D.M. Veira, and M.A.G. von Keyserlingk. 2008. The effects of feed bunk competition on the feed sorting behavior of close-up dry cows. *J. Dairy Sci.* 91:1115-1121.
- Ibanez, L., A. Fucci, C. Valls, K. Ong, D. Dunger, and F. de Zegher. 2005. Neutrophil count in small-for-gestational age children: Contrasting effects of metformin and growth hormone therapy. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 90:3435-3439.
- Juchem, S. O. 2007. Lipid digestion and metabolism in dairy cows: Effects on production, reproduction and health. PhD Thesis, University of California Davis.
- Kaneene, J. B., R. Miller, T. H. Herdt, and J. C. Gardiner. 1997. The association of serum nonesterified fatty acids and cholesterol, management and feeding practices with peripartum disease in dairy cows. *Prev. Vet. Med.* 31:59-72.
- Kimata, H., and A. Yoshida. 1994. Differential effect of growth hormone and insulin-like growth factor-I, insulin-like growth factor-II, and insulin on Ig production and growth in human plasma cells. *Blood* 83:1569-1574.
- Kimura, K, J. P. Goff, and M. E. Kehrl Jr. 1999. Effects of the presence of the mammary gland on expression of neutrophil adhesion molecules and myeloperoxidase activity in periparturient dairy cows. *J Dairy Sci.* 82:2385-2392.
- Klucinski, W., A. Degorski, E. Miernik-Degorska, S. Targowski, and A. Winnicka. 1988. Effect of ketone bodies on the phagocytic activity of bovine milk macrophages and polymorphonuclear leukocytes. *Z. Veterinärmed.* 35:632-639.
- Kojima, T., K. Udagawa, A. Onishi, H. Iwahashi, and Y. Komatsu. 1996. Effect of heat stress on development in vitro and in vivo and on synthesis of heat shock proteins in porcine embryos. *Mol. Reprod. Dev.* 43(4):452-457.
- Kojima, C. J., H. G. Kattesh, M. P. Roberts, and T. Sun. 2008. Physiological and immunological responses to weaning and transport in the young pig: Modulation by administration of porcine somatotropin. *J. Anim. Sci.* 86:2913-2919.
- Laven, R. A., and A. R. Peters. 1996. Bovine retained placenta: aetiology, pathogenesis and economic loss. *Vet Rec.* 139:465-471.

- Lucy, M. C., R. L. De La Sota, C. R. Staples, and W. W. Thatcher. 1993. Ovarian follicular populations in lactating dairy cows treated with recombinant bovine somatotropin (somatotribove) or saline and fed diets differing in fat content and energy. *J Dairy Sci.* 76(4):1014-1027.
- Lucy, M. C. 2008. Functional differences in the growth hormone and insulin-like growth factor axis in cattle and pigs: implications for post-partum nutrition and reproduction. *Reprod Domest Anim.* 43(Suppl 2):31-39.
- Mattos, R., C. R. Staples, and W. W. Thatcher. 2000. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Rev. Reprod.* 5(1):38-45.
- Mattos, R., C. R. Staples, J. Williams, A. Amorocho, M. A. McGuire, and W. W. Thatcher. 2002. Uterine, ovarian, and production responses of lactating dairy cows to increasing dietary concentrations of menhaden fish meal. *J. Dairy Sci.* 85(4):755-764.
- Mattos, R., C. R. Staples, A. Arteche, M. C. Wiltbank, F. J. Diaz, T. C. Jenkins, and W. W. Thatcher. 2004. The effects of feeding fish oil on uterine secretion of PGF₂α, milk composition, and metabolic status of periparturient Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 87(4):921-932.
- McCarthy, S. D., S. T. Butler, J. Patton, M. Daly, D. G. Morris, D. A. Kenny, and S. M. Waters. 2009. Differences in the expression of genes involved in the somatotropic axis in divergent strains of Holstein-Friesian dairy cows during early and mid lactation. *J. Dairy Sci.* 92:5229-5238.
- Mendonça, L. G. D., and R. C. Chebel. 2011. Correlations among reproductive efficiency, body condition score at dry-off, body condition score change during the dry period and performance in the subsequent lactation. *J. Dairy Sci.* (Submitted)
- Nanda, A. S., H. Dobson, and W. R. Ward. 1990. Relationship between an increase in plasma cortisol during transport-induced stress and failure of oestradiol to induce a luteinising hormone surge in dairy cows. *Res. Vet. Sci.* 49:25-28.
- Ospina, P. A., D. V. Nydam, T. Stokol, and T. R. Overton. 2010. Evaluation of nonesterified fatty acids and β-hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *J. Dairy Sci.* 93:546-554.
- Petit, H. V., C. Germiquet, and D. Lebel. 2004. Effect of feeding whole, unprocessed sunflower seeds and flaxseed on milk production, milk composition, and prostaglandin secretion in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87(11):3889-3898.
- Proudfoot, K. L., D. M. Veira, D. M. Weary, and M. A. G. von Keyserlingk. 2009. Competition at the feed bunk changes the feeding, standing, and social behavior of transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:3116-3123.
- Reist, M., D. K. Erdin, D. von Euw, K. M. Tschumperlin, H. Leuenberger, H. M. Hammon, N. Kunzi, and J. W. Blum. 2003. Use of threshold serum and milk ketone concentrations to identify risk for ketosis and endometritis in high-yielding dairy cows. *AJVR* 64:188-194.
- Rhoads, R. P., J. W. Kim, B. J. Leury, L. H. Baumgard, N. Segole, S. J. Frank, D. E. Bauman, and Y. R. Boisclair. 2004. Insulin increases the abundance of the growth hormone receptor in liver and adipose tissue of periparturient dairy cows. *J. Nutr.* 134:1020-1027.

- Robinson, R. S., P. G. Pushpakumara, Z. Cheng, A. R. Peters, D. R. Abayasekara, and D. C. Wathes. 2002. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. *Reproduction*. 124(1):119-131.
- Rukkwamsuk, T., T. A. Kruij, and T. Wensing. 1999. Relationship between overfeeding and over conditioning in the dry period and the problems of high producing dairy cows during the postparturient period. *Vet. Quart.* 21:71-77.
- Santos, J. E., T. R. Bilby, W. W. Thatcher, C. R. Staples, and F. T. Silvestre. 2008. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. *Reprod. Domest. Anim.* 43 (Suppl 2):23-30.
- Santos, J. E., H. M. Rutigliano, and M. F. Sá Filho. 2009. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. *Anim. Reprod Sci.* 110(3-4):207-21
- Silvestre, F. T., T. S. Carvalho, N. Francisco, J. E. Santos, C. R. Staples, T. C. Jenkins, and W. W. Thatcher. 2011. Effects of differential supplementation of fatty acids during the peripartum and breeding periods of Holstein cows: I. Uterine and metabolic responses, reproduction, and lactation. *J. Dairy Sci.* 94:189-204.
- Silva, P. R. B., J. G. N. Moraes, L. G. D. Mendonça, A. A. Scanavez, G. Nakagawa, M. I. Endres, and R. C. Chebel. 2012a. Effects of prepartum grouping strategy on body condition score and metabolic parameters of peripartum dairy cows. *J. Dairy Sci (Abst)*.
- Silva, P. R. B., J. G. N. Moraes, L. G. D. Mendonça, A. A. Scanavez, G. Nakagawa, M. I. Endres, J. Fetrow, and R. C. Chebel. 2012b. Effects of prepartum grouping strategy on health, reproductive, and productive parameters of dairy cows. *J. Dairy Sci (Abst)*.
- Silva, P. R. B., J. G. N. Moraes, L. G. D. Mendonça, A. A. Scanavez, G. Nakagawa, M. I. Endres, M. A. Ballou, R. C. Chebel. 2012c. Effects of prepartum grouping strategy on immune parameters of peripartum dairy cows. *J. Dairy Sci (Abst)*.
- Sohmiya, M., I. Kanazawa, and Y. Kato. 2005. Effect of recombinant human GH on circulating granulocyte colony-stimulating factor and neutrophils in patients with adult GH deficiency. *Eur. J. Endocrinol.* 152:211-215.
- Steenefeld, W., T. van Werven, H. W. Barkema, and H. Hogeveen. 2011. Cow-specific treatment of clinical mastitis: an economic approach. *J. Dairy Sci.* 94:174-188.
- Stevenson, J. S. 2007. Clinical reproductive physiology of the cow. In *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*, edn 2, pp 259-270. Saint Louis, MO: Saunders Elsevier.
- Akers, R. M. 2002. Endocrine, growth factor, and neural regulation of mammary development. In *Lactation and the Mammary Gland*, edn. 1, pp 165-198. Ames, IA: Blackwell Publishing Professional.
- Thangavelu, G., M. G. Colazo, D. J. Ambrose, M. Oba, E. K. Okine, and M. K. Dyck. 2007. Diets enriched in unsaturated fatty acids enhance early embryonic development in lactating Holstein cows. *Theriogenology.* 68:949-957.
- Urdaz, J. H., M. W. Overton, D. A. Moore, and J. E. Santos. 2006. Technical note: Effects of adding shade and fans to a feedbunk sprinkler system for preparturient cows on health and performance. *J Dairy Sci.* 89:2000-2006.
- van Knegsel, A. T., H. van den Brand, J. Dijkstra, and B. Kemp. 2007a. Effects of dietary energy source on energy balance, metabolites and reproduction variables in dairy cows in early lactation. *Theriogenology.* 68 (Suppl 1):S274-S280.

- van Knegsel, A. T., H. van den Brand, J. Dijkstra, W. M. van Straalen, R. Jorritsma, S. Tamminga, and B. Kemp. 2007b. Effect of glucogenic vs. lipogenic diets on energy balance, blood metabolites, and reproduction in primiparous and multiparous dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 90(7):3397-3409.
- Vasconcelos, J. L., S. Sangsritavong, S. J. Tsai, and M. C. Wiltbank. 2003. Acute reduction in serum progesterone concentrations after feed intake in dairy cows. *Theriogenology* 60(5):795-807.
- von Keyserlingk, M.A.G., D. Olenick, and D.M. Weary. 2008. Acute behavioral effects of regrouping dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:1011-1016.

**ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LA SEQUÍA EN RANCHOS
GANADEROS EL NORTE DE MÉXICO**

**DROUGHT MANAGEMENT ALTERNATIVES FOR NORTHERN MEXICO
RANCHES**

Eduardo A. González V¹, C. Wayne Hanselka² y J. Miguel Ávila Curiel³

¹ *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UAT.* ² *Retirado Texas Agrilife Extension Service-TAMUS.*

³ *INIFAP-Campo Experimental Las Huastecas*

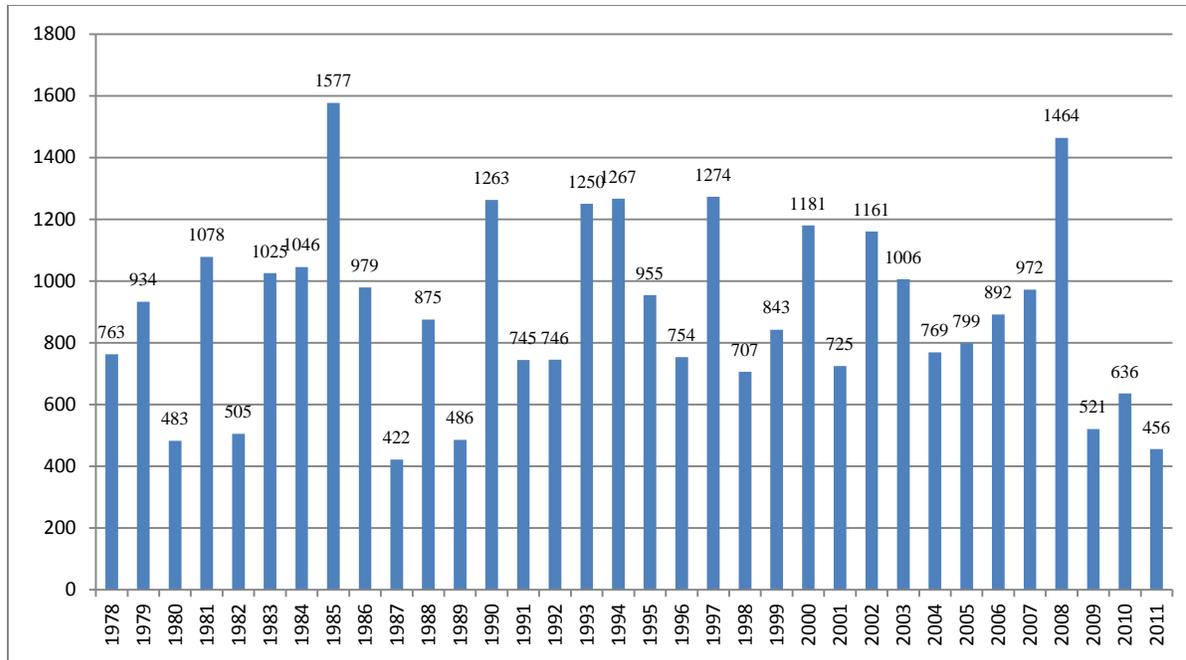
Los ganaderos viven en constante preocupación por estar sufriendo una sequía o por estar preparándose para ella. En algún lugar del norte de México siempre está ocurriendo una sequía. Los reportes climáticos indican que tres de cada cinco años son secos y que las sequías pueden ser estacionales, anuales o multianuales. Los años secos son erráticos, tanto en frecuencia como en severidad, y cualquier predicción de cuándo ocurrirán, de su duración y severidad, son meras probabilidades (González y Ávila 2010).

Las sequías se definen como un periodo seco prolongado, generalmente cuando la precipitación es menor del 75% del promedio anual. Sin embargo, la sequía no es sólo falta de lluvia; está asociada también a humedad ambiental baja, altas temperaturas y vientos fuertes, lo que dificulta el crecimiento de la vegetación. (Hanselka y González 2006).

Desafortunadamente las sequías son consideradas con frecuencia como eventos esporádicos, después de las cuales las condiciones regresarán a lo “normal”. Al tratar el tema de manejo de la sequía, mucha gente piensa en que podrá contar con tecnologías que le permitan aumentar la lluvia en los ranchos, o conocer sobre algunas opciones de plantas forrajeras capaces de crecer y producir forraje de buena calidad durante temporadas secas. Sin embargo no es posible lograr ninguna de las dos cosas, por lo que los primeros pasos para atenuar los efectos de la sequía en la producción pecuaria es reconocer a la sequía como un evento tan normal y frecuente como la temporada húmeda. De la habilidad que tenga el productor para sortear este fenómeno depende la viabilidad económica de la empresa (Hinojosa et al., 1998).

En la Figura 1 se muestra la lluvia media anual durante los últimos 34 años en el Sitio Experimental Aldama, localizado al sur del estado de Tamaulipas, cabe señalar que es uno de los lugares con mejor precipitación en Tamaulipas y en todo el norte del país. Sin embargo, como puede observarse existe una gran variabilidad; con una lluvia de 421 mm en el año más seco (1987) y el año más lluvioso con un registro de 1,577 mm (1985).

Figura 1. Registro de la precipitación (mm) anual en el Sitio Experimental Aldama-INIFAP durante los últimos 34 años.



Uno de los valores más usados para describir la precipitación de un lugar es la lluvia media anual, en el caso de este ejemplo el promedio es de 921 mm, pero debido a la gran variación existente es poco útil como indicador de la precipitación local. Un medidor más valioso es la moda, evaluación estadística que mide la frecuencia de eventos, en este caso la moda es de 739 mm, valor que expresa mejor la lluvia probable para este lugar.

Los datos muestran que la probabilidad anual de tener un año con lluvia promedio o superior a la promedio es tan sólo del 50%, por lo que los ganaderos deben estar preparados cada año para enfrentar una sequía. Como ya se señaló, en el noreste del país la zona con mejor precipitación es el sur del estado de Tamaulipas, por lo que las posibilidades de tener un año con lluvia inferior al promedio es superior para el resto de la zona.

Algunas personas consideran el manejo de la sequía como una estrategia de “sobrevivencia”. Sin embargo una buena planeación permite sobrellevarla, la cual debe ser lo suficientemente flexible para manejar las condiciones que se presenten. Esta planeación requiere incluir manejo del pastoreo, reducción de la carga animal, planes financieros, así como un plan para asegurar la buena respuesta de la vegetación después de las sequía (Hart y Carpenter, 1999).

Una sequía se reconoce una vez que su impacto es fuerte; sin embargo, su desarrollo es lento y puede terminar de manera repentina al haber suficiente lluvia. Por lo tanto, decisiones importantes durante una sequía son difíciles de tomar por el temor a hacer decisiones prematuras que puedan afectar los ingresos futuros (Dunn et al. 2005). Estas decisiones de planeación en el manejo de la sequía deben basarse en la operación del

rancho, a todos los niveles de organización, tanto a nivel estratégico (dueño), a nivel táctico o de manejo del ganado (administrador) y a nivel operacional (vaquero).

Recuperarse de la sequía implica regresar a la condición previa, aunque la recuperación puede llevarse varios años y en algunos casos los pastizales no regresan a la condición preexistente. Se requieren de cinco a siete años para recuperarse de sequías severas (Holechek 1996). Los agostaderos pastoreados de manera moderada o conservadora, producen más forraje en años secos que los agostaderos sobre pastoreados (Hamilton, 1998, Paulsen and Ares 1962).

El agua es el principal factor que limita la producción vegetal en la mayoría de los pastizales del mundo. Toda el agua de los pastizales proviene de la lluvia. Una parte de esta agua se mueve de manera lateral por escurrimiento hacia las corrientes, lagos, presas y el mar. Otra porción se retiene en el mismo sitio por medio del proceso de infiltración, y es el agua disponible para las plantas. Parte de la humedad que se infiltra se mueve hacia capas inferiores del suelo y alcanza corrientes subterráneas y manantiales (González y Ávila, 2010).

La distribución del recurso agua es el aspecto más importante para el administrador del pastizal. De hecho, algunas personas consideran que un manejador de pastizales es tan bueno, como sea su capacidad para cosechar el agua de lluvia.

La cobertura de las plantas y los residuos vegetales son importantes por su efecto en la reducción de la fuerza erosiva del impacto de la lluvia y el desgaste de la superficie del suelo. La superficie cubierta con vegetación y mantillo, reduce el escurrimiento superficial porque disminuye el impacto de las gotas de agua de la lluvia y al mismo tiempo mejora la infiltración. La vegetación también actúa como una barrera física disminuyendo el flujo del agua y aumentando la infiltración. Por lo tanto muchos de los sedimentos permanecen en el suelo en lugar de ser arrastrados por las corrientes, lo que reduce la potencial pérdida de nutrientes del sistema (Hanselka y González 2006).

Pasos para amortiguar los efectos de la sequía

Las siguientes son algunas recomendaciones que contribuyen a amortiguar la sequía en los pastizales y en la productividad de los ranchos ganaderos.

1. Carga animal moderada. Para lograrlo es necesario evaluar constantemente la cantidad de forraje presente y esforzarse por balancear el número de animales con la disponibilidad forrajera. La reducción en la carga animal durante la sequía paga dividendos en términos de menor daño a las plantas forrajeras, más rápida recuperación de las plantas del pastizal después de la sequía, menos pérdidas de ganado por plantas tóxicas, reduce los costos de suplementación, inversión y riesgos (Ortega, 2011).

Como ya se mencionó es importante dejar el mayor remanente de forraje posible durante todo el año, pero en especial durante la sequía, lo que permitirá proteger el suelo de la

erosión, así como aislar a las plantas del calor extremo creado por la falta de humedad (Holechek et. al. 1999).

Los ganaderos piensan con frecuencia que a mayor número de animales mayor es su ingreso y ganancia. Sin embargo, resultados de investigación muestran que la productividad del hato ganadero y el retorno económico se maximizan al tener un pastoreo moderado. Una carga animal superior a la capacidad de carga causa problemas de sobrepastoreo, el cual conduce a una reducción en la producción forrajera, degradación de las tierras de pastoreo y bajos índices de producción animal (Ortega y González 1992).

El manejo de pastizales requiere de programas a futuro haciendo ajustes constantes con base en los recursos forrajeros existentes y proyectados. Los ajustes a tiempo son necesarios para prevenir el sobre uso de las plantas en años secos, aún con cargas moderadas de ganado. Los potreros deben examinarse de manera periódica para constatar si existe cantidad suficiente de forraje para llenar los requerimientos del ganado y mantener los recursos del pastizal.

2. Hatos flexibles de ganado. La cantidad de animales en el hato debe ser flexible. La flexibilidad, o habilidad para reducir el número de animales, debe ser una constante en el manejo del hato. La producción de forraje cambia incluso en años que no sean secos. Un programa de reducción en la carga animal es necesario para reducir los riesgos de la sequía (Hanselka et al. 2001).

En general el hato de las vacas para la cría debería estar compuesto de no más del 60% del total de la capacidad de carga del rancho, el resto pueden ser animales de año y de repasto. Cuando exista forraje adicional se puede comprar ganado para utilizar el forraje. Cuando existan condiciones de sequía y el forraje sea una limitante, se puede vender el ganado de repasto, sin afectar el grupo de vientres reproductores.

Es importante tener buenos registros productivos del hato, de tal manera que si es necesario vender vacas, se eliminen primero las menos deseables. Conforme avanza la sequía vacas menos productivas (vacas abiertas, viejas o con problemas físicos) deben venderse tan pronto como sea posible, para evitar que pierdan peso y bajen de precio. En sequías severas es recomendable conservar vacas con edad entre los cuatro y ocho años de edad, ellas han vivido al menos una sequía y sobrevivirán a la presente. La reproducción es una función de lujo y amamantar un becerro aumenta las demandas nutricionales del ganado. En algunos casos debe destetarse a temprana edad y venderse, conservando quizá los reemplazos selectos.

3. Suplementación al ganado. Suplementar al ganado para asegurar que cumplen con sus requerimientos nutricionales es esencial para prevenir reducciones en la tasa reproductiva y comportamiento en general. Debe recordarse que el forraje disponible de los potreros durante la sequía es bajo en calidad, por lo que el ganado necesita ser

suplementado para cubrir sus requerimientos nutricionales (Ávila et al. 2009). Les tomará mucho tiempo digerir el pasto seco y fibroso y no podrán comer lo suficiente para mantener su condición física.

La proteína es el principal nutriente requerido durante la sequía. Se necesita información para saber en qué nutrientes hay deficiencias y en qué cantidad deben suplementarse. Se debe tener un programa preciso de suplementación para cubrir los requerimientos del ganado al menor costo. Debe recordarse que hembras lactantes y preñadas tienen mayores requerimientos que el ganado vacío.

La vitamina A también es limitada durante el periodo seco. Esta vitamina puede ser almacenada en el hígado del ganado por un máximo de 90 días. Debe suministrarse cuando la sequía sea más prolongada a este tiempo.

Los animales indicarán cuando no llena sus requerimientos, porque va a invertir más tiempo en comer. Además pastorearán en una superficie más amplia, en lugar de mantener el hato más junto. El estiércol se nota duro, en lugar de desparramarse al caer al suelo, debido a la alta cantidad de fibra no digestible. Tan pronto como estos signos aparezcan, puede empezar a notar que los animales pierden peso, reducen su capacidad para preñarse y tienen problemas para sostener una preñez temprana.

El ganado requiere mucha agua. Una vaca seca consume en promedio 50 l diarios de agua y el consumo aumenta en días cálidos y secos. Una vaca lactante requiere más agua. El agua de pozos o papalotes es mejor que la de presas. Además cuando el nivel del agua baja en las presas pueden ser trampas para becerros y animales débiles. Revise constantemente su fuente de agua y retire animales que pudieran verse en problemas. Una buena distribución de agua de calidad es una buena herramienta para distribuir el pastoreo. El ganado puede dejar de pastorear lugares alejados con buen pasto, por mantenerse cerca del agua.

4. Diversificación de actividades. Considerar otras posibles fuentes de ingresos, la diversificación implica el uso armonioso del rancho para más de un propósito. Se pueden obtener importantes ingresos por la comercialización de otros productos diferentes a la ganadería: cacería, observación de la fauna silvestre y recursos naturales, cabalgatas, leña y madera, etc.

Es importante señalar, que al igual que con el pastoreo, todos los usos que se den a los recursos naturales deben ser moderados y sustentables (suelo, cuencas, ganado, fauna silvestre, recreación). En la actualidad, la mayoría de las especies de fauna silvestre en regiones con sociedades tecnológicamente avanzadas, son consideradas de valor comercial, recreacional, biológico, estético y/o científico.

Se espera que la tendencia en el crecimiento de las actividades cinegéticas en los ranchos ganaderos aumente, debido a la demanda de cacería y de diferentes actividades al aire libre de la creciente población urbana. Debido a las condiciones tropicales y subtropicales y a la diversidad tanto de suelos como de vegetación existe un gran número de especies

de importancia cinegética entre las que destacan el venado, codorniz, guajolote y palomas, entre otras.

5. Toma de decisiones oportuna. Los manejadores deben monitorear las condiciones actuales y cambios con el tiempo para determinar si hay daños al suelo, a las comunidades vegetales, agua o a los recursos financieros. Es necesario conocer si las decisiones pasadas están produciendo los resultados esperados; para implementar prácticas que corrijan situaciones adversas antes de que se conviertan en crisis y en una carga financiera.

Las crisis son frecuentemente el resultado de un proceso gradual. Por ejemplo, la falta de forraje es el resultado de un gradual consumo del forraje disponible. Existen procedimientos para monitorear y mejorar las decisiones de manejo de los pastizales; el uso de estas técnicas puede reducir considerablemente los riesgos y permiten reducir el impacto de malas decisiones.

Comentarios finales

Las sequías ocurren frecuentemente en los pastizales. Los ganaderos que planean estrategias para la sequía, que mantienen adecuadas reservas de forraje de acuerdo a la demanda del ganado, y utilizan prácticas correctas de manejo, no se verán forzado a hacer ventas de pánico de animales en un mercado de precios bajos. Estos ganaderos podrán también reducir de manera significativa los efectos adversos de largo plazo causados por las sequías en agostaderos y fuentes forrajeras.

La clave para el éxito en el manejo de las sequías de los pastizales, recae en la habilidad del manejador para predecir y/o monitorear condiciones actuales y futuras, y hacer los cambios necesarios. El clima no es incontrolable, pero ciertos aspectos son razonablemente predecibles. Un manejador que sobrevive a la sequía en la mejor posible situación financiera, con un pastizal capaz de producir un forraje abundante y de calidad, se capitaliza rápidamente en años lluviosos. El principio básico es proteger el pastizal antes y durante los años secos que permitan una recuperación más rápida con más altos retornos después de la sequía.

Literatura Citada

- Ávila CJM; A. Cantú C. y E.A., González V. 2009. Crecimiento y desarrollo de becerros con suplementación en Tamaulipas. Folleto para productores MX-0-310402-06-03-14-10-14. INIFAP-CIRNE-CE Las Huastecas. Cuauhémoc, Tam. México. 14 p.
- Dunn, B., A. Smart, y R. Gates, 2005. Barriers to successful drought management: Why do some ranchers fail to take action? *Rangelands* 27:13-16.
- González V., E.A y J.M. Ávila C. 2010. Manejo de la sequía en ranchos ganaderos del noreste de México. Folleto para productores. INIFAP-Campo Experimental Las Huastecas. 17 p.
- Hamilton, W.T. 1998. Management and Range Recovery Following Drought. *En: Memoria del Seminario Internacional de Ganadería Rentable y Diversificación*. INIFAP-SAGAR, Gob. del Estado de Tamaulipas, UGRT, Fundación Produce Tamaulipas. N. Laredo, Tamps. p. 43-53.

2da Reunión Internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal – 2012
Ponencias Magistrales

- Hanselka, C.W. y E.A. González. 2006. Manejo de la Sequía en los Pastizales de Chihuahua. III Simposio Internacional de Pastizales. Chihuahua, Mex. p 19-30.
- Hanselka, C. W., L. D. White y J. L. Holechek. 2001. Managing residual forage for rangeland health. Texas Cooperative Extension, E-127. 2 p.
- Hart, C.R. y B.B. Carpenter. 1999 a. Planning, the Key to Surviving Current and Future Drought Situations. TAMUS-Texas Agricultural Extension Service. Drought Management Series. RLEM N° 1-2/99.
- Hinojosa, R., E. Guerra y H. Garza. 1998. Estrategias de manejo de la sequía. . *En: Proceedings of the Management of Grazinglands in Northern Mexico and South Texas.* Texas A&M Univ., UAT, UANL, UAAAN, INIFAP, ITESM, FIRA, Unión Ganadera de Nuevo León, Tamaulipas and Coahuila. Laredo, TX. p 135-139.
- Holecheck, J. L. 1996. Drought in New Mexico: prospects and management. *Rangelands* 18: 225-227.
- Holechek, J. L. M. Thomas, F. Molina y D. Galt. 1999. Stocking desert rangelands: what we've learned. *Rangelands* 21:8-12.
- Ortega, J.A. 2011. Proper Grazing Management Drought: The Difference Between Making a Profit or Losing your Herd. Reunión Conjunta de Producción Animal y Manejo de Pastizales-II Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Chihuahua, Méx.
- Ortega, J.A. y E.A. González. 1992. Estrategias de Producción de Carne de Bovino en Pastoreo. p 5-14. *En: Simposio sobre Ganadería Tropical "Producción de Becerros para Engorda.* SARH-INIFA-CIPEP. Hueytamalco, Pue. México.
- Paulsen, H. A. y F. N. Ares. 1962. Grazing values and management of black grama and tobosa grasslands and associated shrub ranges of the southwest. U.S. Dept. of Agr. Tech. Bull. 1270.

EFFECTO DE LOS ÁCIDOS GRASOS DE LA DIETA EN LA REPRODUCCIÓN DE RUMIANTES

Espinoza, J.L.V.^{1*}, Ortega, R.P.¹, Palacios, A.E.¹, Guillén, A.T.¹,
Sepúlveda, C.P.O.¹ y Ávila, N.S.²

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S. ²Universidad del Mar, Oaxaca, Oax.
*Correspondencia a jlvilla@uabcs.mx.

Resumen

El incremento de la densidad calórica de la dieta de vacas al suplementar lípidos mejora la reproducción. Los lípidos en el alimento influyen la reproducción incrementando el tamaño folicular, reduciendo el intervalo a la primera ovulación posparto, elevando las concentraciones de progesterona durante la fase lútea, modulando la síntesis de prostaglandinas en el útero y mejorando la calidad del ovocito y la viabilidad del embrión. Algunos de esos efectos son modulados por el tipo de ácido graso (AG) en la dieta. Los AG poliinsaturados omega-3 (*n*-3) y omega-6 (*n*-6) tienen efectos más marcados sobre la reproducción en el ganado bovino en comparación con otros AG poliinsaturados, pero no se sabe con certeza si esos efectos son mediados por ellos únicamente, o por intermediarios producidos durante su biohidrogenación ruminal. Cuando se alimenta a vacas con lípidos ricos en AG *n*-6 durante la gestación tardía y al inicio de la lactación incrementa el crecimiento folicular, la secreción de prostaglandinas en el útero, la calidad embrionaria y la preñez. Cuando las vacas se alimentan con dietas ricas en AG *n*-3 durante la lactación se suprime la secreción de prostaglandinas en el útero, se mejora la calidad del embrión y el mantenimiento de la preñez.

Palabras clave: Ácidos grasos, Alimentación, Fisiología reproductiva, Vacas.

Introducción

Desde hace aproximadamente 80 años, Burr y Burr (1930) demostraron que las ratas en crecimiento alimentadas con dietas bajas en lípidos experimentaban irregularidades en su ovulación, fenómeno que se pudo revertir después de complementar su alimentación con fuentes de lípidos ricas en AG poliinsaturados como el ácido linoleico (C18:2, *n*-6) y el ácido α -linolénico (C18:3, *n*-3). Más recientemente se ha observado un retraso en el inicio de la pubertad de ratas sometidas a una dieta deficiente en AG esenciales (Smith *et al.*, 1989).

Debido a que algunos AG son esenciales para los mamíferos y al papel de algunos de éstos AG sobre los procesos reproductivos, es posible que la reproducción del ganado sea influenciada más por el tipo de lípidos consumidos que por el consumo total de grasa. Esto es particularmente importante ya que los rumiantes hidrogenan en el rumen los AG poliinsaturados, limitando el aporte de AG insaturados de la dieta que serán absorbidos en el intestino delgado (Santos *et al.*, 2008). No obstante, es posible que algunos AG insaturados específicos logren pasar intactos por el rumen y sean absorbidos en el intestino delgado, pudiendo mejorar la eficiencia reproductiva directamente en el tejido blanco del aparato reproductor de la hembra (de manera autocrina o

paracrina), o por un efecto indirecto mediado por el sistema endocrino (Staples y Thatcher, 2005).

Se ha mostrado que algunos AG poliinsaturados de la familia *n*-3 como el ácido eicosapentaenoico (C20:5, *n*-3) y el ácido docosahexaenoico (C22:6, *n*-3) sufren una biohidrogenación ruminal insignificante (Ashes *et al.*, 1992). Estos AG por lo regular se encuentran disponibles en ingredientes alimenticios derivados del pescado (y otros productos marinos), tales como el aceite y la harina. Además, se han desarrollado suplementos lipídicos parcialmente resistentes a la biohidrogenación, tales como las sales de calcio de AG de cadena larga (CaAGCL) con la finalidad de incrementar la cantidad de AG insaturados que pueden ser absorbidos al limitar su hidrogenación (Mattos *et al.*, 2000).

Los cambios en la longitud de la cadena, grado de insaturación y posición de las dobles ligaduras en la cadena acilo de los AG pueden tener un impacto marcado sobre sus funciones y jugar un papel en la reproducción del ganado (Mattos *et al.*, 2000). Los mecanismos potenciales pueden incluir el aumento de la densidad energética de la dieta (Ferguson *et al.*, 1990), alteraciones del desarrollo folicular (Staples y Thatcher, 2005), incremento de algunos tipos de progesteronas (Staples *et al.*, 1998), supresión de las señales luteolíticas en torno al reconocimiento materno de la preñez (Mattos *et al.* 2000) y mejoramiento de la calidad del ovocito y del embrión (Cerri *et al.*, 2004).

El objetivo de esta revisión es examinar algunos de los procesos reproductivos en la hembra bovina que son regulados por los ácidos grasos.

Influencia de los ácidos grasos en la fertilidad

El uso de los lípidos en las dietas de ganado bovino lechero usualmente incrementa la densidad energética de la ración y mejora la lactación y la reproducción (Funston, 2004). Sin embargo, cuando se proporciona en la lactancia temprana, con frecuencia se reduce el consumo de alimento y/o se incrementa la producción de leche debido a una disminución de la digestibilidad de la materia seca; entonces, suplementar con lípidos en el posparto temprano raramente altera el estado energético del animal, aunque se consuma una ración con mayor densidad de energía (Santos *et al.*, 2008). De esta manera, si la grasa de la dieta no altera el estado energético de vacas lecheras, la respuesta reproductiva resulta del aporte de algunos AG, más que del efecto de la energía (Staples *et al.*, 1998).

Existen varios estudios que reportan un mejor comportamiento reproductivo en vacas alimentadas con dietas complementadas con lípidos (Cuadro 1). Los autores sugieren que este efecto probablemente no se debe a un mejor balance energético de las vacas y que la fertilidad pudiera verse incrementada debido a efectos de algunos AG de la dieta sobre el útero, pituitaria y ovarios (Mattos *et al.*, 2000).

Por ejemplo, De Fries *et al.* (1998) observaron una tendencia en el incremento de la preñez de vacas Brahman que consumieron 5.2% de lípidos en su dieta, comparadas con las que consumieron 3.7%. Ferguson *et al.* (1990) observaron un aumento de 2.2 veces en la posibilidad de preñez de vacas lactantes que consumieron 0.5 kg de lípidos por día.

Debido a que los beneficios de suplementar con lípidos pueden deberse a AG específicos (Staples

y Thatcher 2005), y la absorción de AG insaturados en rumiantes es limitada a consecuencia de la biohidrogenación microbiana en el rumen (Lopes *et al.*, 2009), algunos estudios (Cuadro 2) han evaluado la posibilidad de que el consumo de AG insaturados, en particular aquellos de las familias *n*-6 (ácido linoleico) y *n*-3 (ácidos α -linolénico, eicosapentaenoico, docosahexaenoico) influyan sobre la reproducción en vacas, aunque los reportes de la literatura no son siempre consistentes (Santos *et al.*, 2008).

Influencia de los ácidos grasos en la fisiología uterina

Durante el proceso de parto, los eicosanoides se producen en cantidades sustanciales y juegan un papel importante en su regulación dado que modulan las contracciones del útero para la expulsión de la placenta y el contenido uterino a través del canal del cérvix (Santos *et al.*, 2008).

En la Figura 1 se resume la ruta biosintética de la prostaglandina F-2 alfa (PGF₂) en el endometrio de rumiantes. Las principales prostaglandinas son eicosanoides derivados del ácido araquidónico (20:4, *n*-6).

La PGF₂ α participa en procesos fisiológicos como la actividad ovárica, el desarrollo folicular y la duración funcional del cuerpo lúteo, y puede influir en la retención de las membranas fetales y en la salud uterina subsecuente (Robinson *et al.*, 2002).

Estudios *in vitro* han demostrado que algunos AG *n*-3 (eicosapentaenoico y docosahexaenoico) disminuyen la biosíntesis de prostaglandinas de la serie 2 en células y tejidos (Mattos *et al.*, 2003). Asimismo, algunos isómeros del ácido linoleico conjugado inhibieron la síntesis de PGF₂ α y el efecto fue independiente de la concentración de ácido linolénico y de la proporción *n*-6:*n*-3 (Harris *et al.*, 2001). Lo anterior resulta interesante debido a que la mayoría de las pérdidas embrionarias en el ganado bovino ocurren entre los días 8 y 16 después de la inseminación artificial (Sreenan *et al.*, 2001).

Algunos embriones podrían no alcanzar el tamaño suficiente en ese momento para inhibir la síntesis de PGF₂ α y sobreviene la luteolisis (Thatcher *et al.*, 1994).

La pérdida de embriones en tales casos puede estar asociada con su incapacidad para inhibir la acción luteolítica de la PGF₂ α durante el periodo crítico del reconocimiento materno de la gestación (Childs *et al.*, 2008a). En este contexto, la inhibición de la síntesis de PGF₂ α podría incrementar las tasas de sobrevivencia embrionaria y preñez (Binelli *et al.*, 2001). Los AG poliinsaturados *n*-3 como el eicosapentaenoico pueden inhibir la síntesis uterina de PGF₂ α a través de competición con el ácido araquidónico por las COX, o en el caso del ácido docosahexaenoico, por competición con el ácido araquidónico por las enzimas fosfolipasas A2 (Mattos *et al.*, 2000).

La harina de pescado tiene concentraciones relativamente altas de ácidos eicosapentaenoico y docosahexaenoico, de forma tal que su inclusión en la dieta de bovinos puede reducir la síntesis de PGF₂ α y retrasar la regresión del cuerpo lúteo, mejorando la sobrevivencia embrionaria y como consecuencia la fertilidad (Staples *et al.*, 1998).

Recientemente, Meier *et al.* (2009) colectaron tejido trofoblástico y endometrial de vacas lecheras en el día 17 de la preñez y lo incubaron en un medio enriquecido con ácidos docosaheptaenoico, eicosapentaenoico o linoleico. Ninguno de los AG adicionados al medio de cultivo afectó la secreción de PGF2 α o PGE2, pero la proporción de PGF2 α : PGE2 se redujo en comparación con el tejido cultivado en el medio sin dichos AG.

Existen evidencias de que durante el periodo preparto, la suplementación de lípidos con un 30% de AG en forma de ácido linoleico (*n*-6) aumentó la secreción uterina de PGF2 α (Cullens *et al.* 2004). El incremento de la síntesis de PGF2 α cuando las vacas se alimentan con AG *n*-6 durante el periodo de transición previo al parto y/o en el puerperio temprano, puede aumentar el potencial del útero y de células inmunes para secretar eicosanoides, los cuales influyen en la salud uterina posparto y en la inmunocompetencia de la vaca (Santos *et al.*, 2008).

Cuadro 1. Efectos de la suplementación de grasa sobre el comportamiento reproductivo de vacas lecheras en lactación.

Tratamiento	Días en lactación	Vacas por tratamiento	Concepción a la primera IA, %	Preñez general, %	Concepción general, %	Días abiertos	IA por concepción
0% GS ¹	< 30 - ≤ 150	138	43	-	86	96	1.96
2% GS		115	59**	-	93*	92	1.57**
0% GS	1 - 120	48	42	62	-	149	2.9
2.6% GS		51	39	82**	-	115**	2.4**
0% GS	1 - 120	19	74**	84	-	-	-
2.5% GS		21	33	76	-	-	-
0% GS	1 - 120	21	33	52	-	76	1.35
2.2% GS		22	45	86**	-	84	1.45
0% GS	1 - 200	223	49	85	93	138	1.74
450 g/d GS		220	46	79	98**	146	1.71
0% SB ²	15 - 84	34	33	44			
3% SB		34	44	62*			
0% HP ³	12 - 125	31	68	84	-	87	1.2
3.5% HP		31	89*	86	-	82	1.4
0% HP	1 - 112	67	-	52	43	-	-
7.3% HP		65	-	72**	52	-	-
0% HP	-	41	-	-	44	107	2.31
800 g/d HP		39	-	-	64**	94	1.62**
0% HP	23 - 105	146	20	32	33	74	1.4
2.8% HP		154	22	41*	41	77	1.4

Adaptado de Staples *et al.* (1998). ¹Grasa de sobrepaso; ²Sebo de bovino; ³Harina de pescado. *P < .10; **P < .05.

Cuadro 2. Resultados de varios estudios sobre el efecto de la suplementación de ácidos grasos (AG) sobre la preñez por IA en vacas lecheras lactantes.

Estudio	Vacas	Cantidad/día	Fuente de AG – Preñez por IA, %		
			Saturados	AG n-6	AG n-3
1	121	0.75 kg de grasa	–	32.2	48.4**
2	356	0.40 kg de grasa	–	39.2	38.8
3	699	0.40 kg de AG	40.7	–	35.9
4	323	0.40 kg de AG	22.8	–	24.8
5	344	2% de la ración	28.6	37.9**	–
6	110	0.6–0.8 kg de AG	55.9	40.0	44.4
7	1055	1.5% de la ración Transición	39.0	35.9	–
		>30 d postparto	37.3	–	37.6
8	604	1.5% de la ración Transición	29.0	34.5	–
		>30 d postparto	27.2	–	37.0*

Adaptado de Santos *et al.* (2008).

Saturado = la mayoría AG saturados y monoinsaturados; AG n-6 = fuente rica en C18:2 n-6; AG n-3 = fuente rica en C18:3 n-3 o C20:5 n-3 + C22:6 n-3.

*Dentro de una hilera, efecto de la fuente de AG (P < 0.05).

** Dentro de una hilera, efecto de la fuente de AG (P < 0.07).

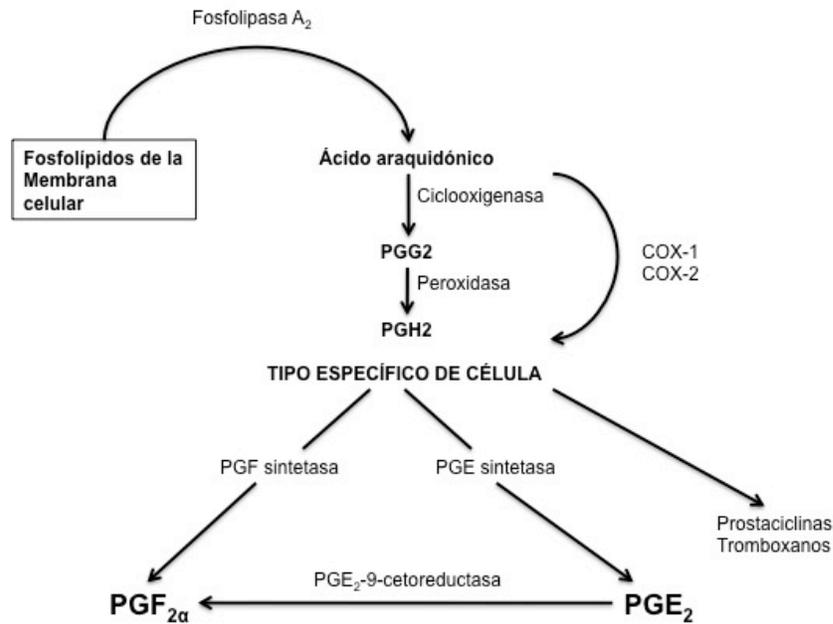


Figura 1. Ruta biosintética para la síntesis de PGF_{2α} en el endometrio de rumiantes.

Influencia de los ácidos grasos en la fisiología ovárica

Cuando los lípidos son incluidos en la dieta de vacas para incrementar la concentración de energía, puede mejorar el balance calórico en el animal e influir por esta u otra vía en la actividad hipofisaria-gonadal durante el periodo posparto (Harrison *et al.*, 1995). La energía proporcionada por los lípidos suplementarios incrementa la secreción de hormona luteinizante (LH) en animales que han estado consumiendo menos calorías de las requeridas (Sklan *et al.*, 1994).

De Luna *et al.* (1982), reportaron una respuesta positiva de la hipófisis al estímulo con hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) en vacas para carne ovariectomizadas que se suplementaron con sebo de bovino; los resultados demostraron que las vacas suplementadas con grasa registraron mayores niveles séricos de LH que las del grupo testigo. Cuando se suplementaron vacas lecheras durante el periodo postparto temprano con Ca-AGCL de aceite de palma se observó que los niveles basales de LH a los 10 días posparto se incrementaron en respuesta al tratamiento (Lucy *et al.*, 1989).

Otro mecanismo mediante el cual los lípidos del alimento pueden mejorar la fertilidad en el ganado es influyendo en el desarrollo folicular y en la ovulación (Lucy *et al.* 1993). Cuando Lucy *et al.* (1991) reemplazaron el grano de maíz con Ca-AGCL de aceite de palma en la dieta de vacas lecheras desde el parto, incrementaron el número de folículos medianos (6-9 mm) y de folículos >15 mm dentro de los 25 días posparto. Además, el diámetro del folículo más grande fue superior en las vacas alimentadas con Ca-AGCL de aceite de palma (18.2 vs 12.4 mm). La alimentación de ovejas con Ca-AGCL de aceite de palma mejoró el número y el tamaño de los folículos preovulatorios, así como la tasa de ovulación (El-Shahat y Abo-El maaty, 2010).

El diámetro del folículo dominante se incrementa en vacas alimentadas con dietas ricas en AG poliinsaturados (Bilby *et al.*, 2006; Garnsworthy *et al.*, 2008b), sugiriendo efectos diferentes de los AG sobre el crecimiento folicular (Staples *et al.*, 2000).

Las dietas hiperlipídicas proporcionadas tanto a vacas lecheras como de carne, provocan un incremento en los niveles de colesterol en la sangre, como fue observado por Hightshoe *et al.* (1991) en vacas suplementadas con Ca-AGCL de aceite de palma durante el periodo postparto. Resultados similares fueron reportados en vacas Angus y Hereford que comieron un suplemento que contenía 125 g de Ca-AGCL de aceite de palma (Espinoza *et al.*, 1995) y en vacas Chinampas (*Bos taurus*) consumiendo Ca-AGCL de aceite de palma o sebo de bovino (Espinoza-Villavicencio *et al.*, 2010).

La importancia del colesterol radica en que, es el principal sustrato para la síntesis de progesterona en el cuerpo lúteo (Childs *et al.*, 2008c). De esta manera, la suplementación de grasas protegidas de la biohidrogenación ruminal pueden incrementar las concentraciones de progesterona plasmática en vacas (Lopes *et al.*, 2009) y en ovejas (El-Shahat y Abo-El maaty, 2010), asociándose positivamente con las tasas de preñez (Santos *et al.*, 2008).

La literatura en el contexto de la progesterona y su relación con los AG poliinsaturados es inconsistente. Por ejemplo, vacas alimentadas con una dieta rica en ácido linoleico mostraron una disminución hasta del 50% en sus niveles séricos de progesterona entre los días 4 y 8 del ciclo estral, mientras que aquellas que consumieron una dieta rica en ácido linolénico registraron una menor concentración de la misma hormona pero entre los días 4 y 15 del ciclo (Robinson *et al.*, 2002). En ovejas, la concentración de progesterona en el fluido folicular resultó mayor en los animales que consumieron la dieta enriquecida con AG *n-3* que los que fueron alimentados con mayor cantidad de AG *n-6* (Wonnacott *et al.*, 2010).

Existen evidencias *in vitro* de que el metabolismo de la progesterona puede ser inhibido por concentraciones altas de ácido linolénico (300 M) en el medio de cultivo (Piccinato *et al.*, 2010). Lo anterior, tal vez se relaciona con el hecho de que ciertos AG poliinsaturados pueden también incrementar la concentración sérica de insulina y esta a su vez, reduce la expresión hepática de algunas enzimas del complejo citocromo P₄₅₀ que catabolizan la progesterona (Lamley *et al.*, 2008).

El estradiol, otra hormona derivada del colesterol, tiene efectos estimulatorios sobre la secreción uterina de PGF_{2α} (Knickerbocker *et al.* 1986) y puede incrementar la sensibilidad del cuerpo lúteo a la prostaglandina intensificando la regresión del mismo (Howard *et al.* 1990). De esta manera, la reducción del estradiol en el plasma puede ayudar a prevenir la regresión prematura del cuerpo lúteo y consecuentemente la mortalidad embrionaria. La concentración de estradiol se redujo en el fluido folicular de vacas para carne alimentadas con aceite de soya (Ryan *et al.*, 1992).

La relación de los ácidos grasos poliinsaturados de la dieta con la síntesis de hormonas esteroides ha sido explicada con mayor detalle partiendo del papel directo que juegan el ácido araquidónico y sus metabolitos en la maquinaria de la esteroidogénesis [proteína reguladora aguda de esteroides (STAR), citocromo P450, etc.]; o de manera indirecta a través de las prostaglandinas (Wathes *et al.*, 2007). La STAR tiene un papel crítico en la regulación de la síntesis de hormonas

esteroides (Stocco *et al.*, 2005). En células de Leydig por ejemplo, la inhibición de la secreción endógena de ácido araquidónico impidió la síntesis de esteroides, al parecer bloqueando la actividad del sitio promotor del gen que codifica para la STAR y consecuentemente el transcrito correspondiente de ARNm y el producto final de la expresión, es decir la STAR, mientras que la adición de ácido araquidónico exógeno al medio de cultivo revirtió todos esos efectos (Weathes *et al.*, 2007).

Es importante considerar que el efecto del ácido araquidónico sobre las hormonas esteroidales, posiblemente mediado por eicosanoides, puede ser inhibido por dietas ricas en AG poliinsaturados *n*-3. Así, se ha observado que en vaquillas para carne se redujo la concentración de ácido araquidónico en el tejido endometrial cuando estas fueron alimentadas con AG poliinsaturados *n*-3 (Childs *et al.*, 2008a; Childs *et al.*, 2008b). Por otro lado existen evidencias de que la suplementación de ácido linoleico (*n*-6) incrementó la secreción uterina de PGF2 α (Cullens *et al.* 2004) lo que pudo derivar de una mayor disponibilidad de ácido araquidónico en el endometrio. Bajo tales consideraciones se podría especular que una posible forma de actuar de los AG *n*-3 y *n*-6 en la esteroidogénesis es reduciendo o aumentando la disponibilidad de ácido araquidónico, respectivamente y como consecuencia la expresión del ARNm para la síntesis de la STAR.

Influencia de los ácidos grasos sobre el ovocito y el desarrollo embrionario

El embrión se debe de desarrollar de manera adecuada y prevenir la luteolisis produciendo suficiente interferón, que estimula la expresión de genes en el endometrio para inhibir la síntesis de receptores de oxitocina y consecuentemente la producción final de PGF2 alfa, permitiendo así la permanencia del cuerpo lúteo (Bott *et al.*, 2010).

Los AG tienen un papel importante en la modificación de las propiedades biofísicas y en la actividad de las membranas biológicas, incluyendo su fluidez y proliferación celular (Bilby *et al.*, 2006). La competencia y calidad del ovocito y del embrión están relacionadas con el tipo de AG; específicamente, el contenido de AG particulares en los fosfolípidos de la membrana celular juega un papel en el desarrollo, durante y después de la fertilización (Santos *et al.*, 2008).

Los AG más abundantes en la fracción fosfolipídica de la membrana del ovocito bovino son el palmítico (16:0) y el oleico (18:1). Los AG poliinsaturados representan menos del 20% del total, siendo el linoleico el más abundante de ellos (Santos *et al.*, 2008).

Fouladi-Nashta *et al.* (2010) señalan que el ácido linoleico (*n*-6) es el AG más abundante en el fluido folicular del bovino y que tiene un papel importante en la regulación de la maduración del ovocito, ya que cuando se trató con ácido linoleico al complejo de células del cúmulo y ovocito se retrasó el crecimiento de este. Algunos estudios han demostrado que los perfiles de AG en el fluido folicular son afectados por la actividad estrogénica del folículo (Renaville *et al.*, 2010).

La proporción de AG saturados:AG poliinsaturados en las células de la granulosa (Adamiak *et al.*, 2005) y el ovocito (Wonnacott *et al.*, 2010) es mayor que en el plasma sanguíneo. Lo anterior sugiere la presencia de un mecanismo de captación selectivo en los folículos ováricos o la síntesis *de novo* de AG saturados a partir de acetato (Wonnacott *et al.*, 2010). Los AG pueden ser

oxidados para ser usados como fuente de energía durante la maduración del ovocito y durante el periodo de desarrollo embrionario previo a la implantación, de tal manera que los ovocitos bovinos expuestos a metil palmoxirato para bloquear la oxidación de los AG, mostraron una menor capacidad para formar blastocistos después de la fertilización *in vitro* (Ferguson y Leese, 2006). Cetica *et al.* (2002) reportaron un incremento significativo en la actividad de la lipasa durante la maduración de ovocitos bovinos, la cual libera los AG a partir de los triglicéridos para su posterior oxidación.

Además del papel de los AG, particularmente de los saturados, como fuentes de energía, el contenido de AG poliinsaturados en el ovocito puede afectar su maduración, criopreservación y su capacidad de desarrollo subsecuente (Wathes *et al.*, 2007). Dentro de los AG *n-3*, el ácido linolénico ha sido implicado en el crecimiento y diferenciación del ovocito, en la regulación del arresto meiótico durante la etapa de vesícula germinal y en la prevención del rompimiento de la misma (Kim *et al.*, 2001).

La calidad del ovocito y su sensibilidad al enfriamiento fueron examinadas en ovejas suplementadas con CA-AGCL de aceite de pescado durante 13 semanas. Las ovejas suplementadas con aceite de pescado tuvieron ovocitos de mayor calidad y mejor integridad de su membrana. El número de ovocitos de mayor calidad aumentó en ovejas que consumieron AG poliinsaturados, en comparación con los animales que no fueron alimentados con suplementos de lípidos (74.3% y 57.0%, respectivamente), la cual incrementó la proporción de AG de cadena larga en el plasma de las células del cúmulus aunque tales cambios no se observaron en los ovocitos, indicando que su captación por el ovocito es selectiva o altamente regulada, lo cual podría limitar el impacto potencial de la nutrición de las vacas sobre la proporción de AG en sus gametos (Zeron *et al.* 2002).

Fouladi-Nashta *et al.* (2007) alimentaron vacas lecheras con 200 o 800 g/día de Ca-AGCL de aceite de palma y aspiraron los folículos transvaginalmente para ser madurados, fertilizados y cultivados *in vitro*. Las vacas que consumieron los niveles altos de lípidos tuvieron un mayor porcentaje de ovocitos que desarrollaron hasta la etapa de blastocisto y esos blastocistos tuvieron una mayor cantidad de células a causa de un incremento en la población de células del trofoectodermo.

Influyendo en los mecanismos moleculares que controlan la maduración nuclear del ovocito, el tratamiento *in vitro* con ácido linolénico (*n-3*) del complejo cúmulus-ovocito incrementó el porcentaje de gametos que alcanzaron la segunda división meiótica, aumentó la división de los embriones y la tasa de blastocistos (Marei *et al.*, 2009). Cuando un grupo de vacas lactantes a las que se les superestimuló la ovulación fueron alimentadas con fuentes ricas en AG saturados, *n-6* o *n-3*, la tasa de fertilización y el número de embriones transferibles no difirió; sin embargo, el desarrollo embrionario se incrementó en los animales que consumieron los AG insaturados, comparado con las vacas que consumieron AG saturados (Thangavelu *et al.*, 2007).

Cerri *et al.* (2009) suplementaron vacas lecheras con Ca-AGCL de aceite de palma o ácido linoleico + ácido octadecaenoico entre los 25 días preparto y los 80 días posparto observando en el segundo grupo una mayor proporción de embriones de calidad excelente y buena, además de un número más elevado de blastómeros. En un estudio relativamente reciente, Wakefield *et al.*

(2007) sugirieron que, contrario a los posibles efectos benéficos, la suplementación de dietas ricas con AG poliinsaturados *n-3* durante el periodo inmediato anterior o posterior a la concepción puede reducir el desarrollo normal del embrión, ya que al parecer perturba el metabolismo mitocondrial. Leroy *et al.* (2010) cultivaron cigotos bovinos en medios suplementados con suero sanguíneo de vaquillas expuestas a dietas con un alto contenido de lípidos protegidos de la digestión ruminal y observaron una menor producción de blastocistos en comparación con el grupo control, constatando además que en los primeros hubo una mayor expresión de genes relacionados con la apoptosis.

Los sistemas *in vitro*, mientras que son útiles para aislar mecanismos particulares de acción, no pueden imitar las respuestas *in vivo* donde entran en juego múltiples variables, por lo que se pueden enmascarar los efectos potenciales de los AG sobre el desarrollo subsecuente del embrión (Santos *et al.*, 2008). Mundim *et al.* (2009) consideran que la estimulación hormonal de los ovarios para promover la ovulación múltiple puede afectar a los embriones al alterar la expresión de algunos genes. Los embriones de vacas lactantes que no fueron superestimuladas para su ovulación tuvieron un mayor porcentaje de células vivas y fueron de mejor calidad cuando las vacas se alimentaron con Ca-AGCL ricos en AG *n-6* y transoctadenoico, comparado con vacas que se alimentaron con Ca-AGCL de aceite de palma (Cerri *et al.* 2004). Entonces, los estudios *in vivo* sugieren que la alimentación de vacas con alimentos ricos en AG insaturados puede mejorar la calidad y el desarrollo del embrión (Santos *et al.*, 2008).

Conclusiones

Las evidencias indican que al aumentar la disponibilidad de ácidos grasos para ser absorbidos en el intestino delgado de rumiantes, dichos nutrientes pueden alcanzar los tejidos reproductivos y mejorar la fertilidad. Los lípidos en cantidades moderadas en la dieta de bovinos, generalmente mejoran el establecimiento y el mantenimiento de la preñez. Las mejoras potenciales en la fertilidad de las vacas, causadas por el consumo de lípidos, generalmente han estado asociadas con un incremento del desarrollo folicular en el periodo posparto, un mayor diámetro del folículo ovulatorio, incremento en las concentraciones de progesterona durante la fase lútea del ciclo estral, alteración de los mecanismos de comunicación útero/embrión a través de la modulación de la síntesis de prostaglandinas. Varios estudios muestran claramente los efectos benéficos del incremento de lípidos en la dieta sobre el desarrollo potencial de ovocitos y del embrión. Algunos de esos efectos han sido más influenciados por el tipo de AG que por los lípidos totales. Las diferentes respuestas *in vivo* al consumo de AG en el alimento sugieren que los AG poliinsaturados de las familias *n-6* y *n-3* fueron los más benéficos. Los AG *n-6* incrementan la secreción de PGF2-alfa que juega un papel importante en la fisiología uterina durante el periodo posparto temprano. Los AG *n-3* reducen la síntesis de PGF2-alfa en el endometrio aumentando la posibilidad de que la preñez sea reconocida, incrementando de esta manera la sobrevivencia embrionaria temprana .

Literatura Citada

- Adamiak, S.J., Mackie, K., Watt, R.G., Webb, R., Sinclair, K.D. 2005. Impact of nutrition on oocyte quality: cumulative effects of body composition and diet leading to hyperinsulinemia in cattle. *Biology of Reproduction*. 73: 918-926.
- Ashes, J.R., Siebert, B.D., Gulati, S.K., Cuthbertson, A.Z., Scott, T.W. 1992. Incorporation of *n*-3 fatty acids of fish oil into tissue and serum lipids of ruminants. *Lipids*. 27: 629-631.
- Bilby, T.R., Block, J., do Amaral, B.C., Sa Filho, O., Silvestre, F.T., Hansen, P.J., Staples, C.R., Thatcher, W.W. 2006. Effects of dietary unsaturated fatty acids on oocyte quality and follicular development in lactating dairy cows in summer *Journal of Dairy Science*. 89: 3891-3903.
- Binelli, M., Thatcher, W.W., Mattos, R., Baruselli, P.S. 2001. Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. *Theriogenology*. 56: 1451-63.
- Bott, R.C., Ashley, R.L., Henkes, L.E., Antoniazzi, A.Q., Bruemmer, J.E., Niswender, G.D., Bazer, F.W., Spencer, T.E., Smirnova, N.P., Anthony, R.V., Hansen, T.R. 2010. Uterine vein infusion of interferon Tau (IFNT) extends luteal life span in ewes. *Biology of Reproduction*. 82: 725-735.
- Burr, G.O., Burr, M.M. 1930. The nature and role of the fatty acids essential in nutrition. *Journal of Biological Chemistry*. 86: 587-621.
- Cerri, R.L.A., Bruno, R.G.S., Chebel, R.C., Galvaõ, K.N., Rutigliano, H., Juchem, S.O., Thatcher, W.W., Luchini, D., Santos, J.E. 2004. Effect of fat sources differing in fatty acid profile on fertilization rate and embryo quality in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 87: (Suppl. 1), 297 (Abstr.).
- Cerri, R.L.A., Juchem, S.O., Chebel, R.C., Rutigliano, H., Bruno, R.G.S., Galvaõ, K.N., Thatcher, W.W., Santos, J.E. 2009. Effect of fat source differing in fatty acid profile on metabolic parameters, fertilization, and embryo quality in high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 92: 1520-1531.
- Cetica, P., Pintos, L., Dalvit, G., Beconi, M. 2002. Activity of key enzymes involved in glucose and triglyceride catabolism during bovine oocyte maturation *in vitro*. *Reproduction*. 124: 675-681.
- Childs, S., Hennessy, A.A., Sreenan, J.M., Wathes, C., Cheng, Z., Stanton, C., Diskin, M.G., Kenny, D.A. 2008a. Effect of level of dietary *n*-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on systemic and tissue fatty acid concentrations and on selected reproductive variables in cattle. *Theriogenology*. 70: 595-611.
- Childs, S., Carter, F., Lynch, C.O., Sreenan, J.M., Lonergan, P., Hennessy, A.A., Kenny, D.A. 2008b. Embryo yield and quality following dietary supplementation of beef heifers with *n*-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA). *Theriogenology*. 70: 992-1003.
- Childs, S., Lynch, C.O., Hennessy, A.A., Stanton, C., Wathes, D.C., Sreenan, J.M., Diskin, M.G., Kenny, D.A. 2008c. Effect of dietary enrichment with either *n*-3 or *n*-6 fatty acids on systemic metabolite and hormone concentration and ovarian function in heifers. *Animal*. 2: 883-893.
- Cullens, F.M., Staples, C.R., Bilby, T.R., Silvestre, F.T., Bartolome, J., Sozzi, A., Badinga, L., Thatcher, W.W., Arthington, J.D. 2004. Effect of timing of initiation of fat supplementation on milk production, plasma hormones and metabolites, and conception rates of Holstein cows in summer. *Journal of Dairy Science* 86: (Suppl. 1), 308 (Abstr.).
- De Fries, C.A., Neuendorff, D.A., Randel, R.D. 1998. Fat supplementation influences postpartum reproductive performance in Brahman cows. *Journal of Animal Science*. 76: 864-870.
- De Luna, C.J., Brown, W.H., Ray, D.E., Wegner, T.N. 1982. Effects of protected fat supplement on GnRH induced LH release in ovariectomized and early postpartum beef cow. *Journal of Animal Science*. 55: (Suppl. 1), 348 (Abstr.).
- El-Shahat, K.H., Abo-El maaty, A.M. 2010. The effect of dietary supplementation with calcium salts of long chain fatty acids and/or l-carnitine on ovarian activity of Rahmani ewes. *Animal Reproduction Science*. 117: 78-82.
- Espinoza, J.L., Ramírez-Godínez, J.A., Jiménez, J.A., Flores, A. 1995. Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive activity in beef cows and growth of calves. *Journal of Animal Science*. 73: 2888-2892.
- Espinoza-Villavicencio, J.L., Ortega-Pérez, R., Palacios-Espinoza, A., Guillén-Trujillo, A. 2010. Efecto de la suplementación de grasas sobre características productivas, tasas de preñez y algunos metabolitos de los lípidos en vacas para carne en pastoreo. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 42: 25-32.
- Ferguson, J.D., Sklan, D., Chalupa, W.V., Kronfeld, D.S. 1990. Effects of hard fat on *in vitro* and *in vivo* rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 73: 2864-2879.
- Ferguson, E.M., and H.J. Leese. 2006. A potential role for triglyceride as an energy source during bovine oocyte maturation and early embryo development. *Molecular Reproduction and Development*. 73: 1195-1201.
- Fouladi-Nashta, A.A., Gutierrez, C.G., Gong, J.G., Garnsworthy, P.C., Webb, R. 2007. Impact of dietary fatty acids

- on oocyte quality and development in lactating dairy cows. *Biology of Reproduction*. 77: 9-17.
- Fouladi-Nashta, A.A., C. Wathes, and W. Marei. 2010. Impact of linoleic acid on bovine oocyte maturation and embryo development. *Reproduction*. (In press).
- Funston, R.N. 2004. Fat supplementation and reproduction in beef females. *Journal of Animal Science*. 82: 154-161.
- Garnsworthy, P.C., Sinclair, K.D., Webb, R. 2008. Integration of physiological mechanisms that influence fertility in dairy cows. *Animal*. 2: 1144-1152.
- Harris, M.A., Hansen, R.A., Vidsudhiphan, P., Koslo, J.L., Thomas, J.B., Watkins, B.A., Allen, K.G. 2001. Effects of conjugated linoleic acids and docosahexaenoic acid on rat liver and reproductive tissue fatty acids, prostaglandins and matrix metalloproteinase production. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 65: 23-29.
- Harrison J.H., Kincaid, R.L., McNamara, J.P., Waltner, S., Loney, K.A., Riley, R.E., Cronrath, J.D. 1995. Effect of whole cottonseeds and calcium salts of long-chain fatty acids on performance of lactating dairy cows *Journal of Dairy Science*. 78: 181-193.
- Hightshoe, R.B., Cochran, R.C., Corah, L.R., Kiracofe, G.H., Harmon, D.L., Perry, R.C. 1991. Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive function in beef cows. *Journal of Animal Science*. 69: 4097-4103.
- Howard, J.J., Scott, R.G., Britt, J.H. 1990. Associations among progesterone, estradiol-17b, and prostaglandin in cattle treated with hCG during diestrus to extend corpus luteum function. *Prostaglandins*. 40: 51-70.
- Kim, J.Y., Kinoshita, M., Ohnishi, M., Fukui, Y. 2001. Lipid and fatty acid analysis of fresh and frozen-thawed immature and *in vitro* matured bovine oocytes. *Reproduction*. 122: 131-138.
- Knickerbocker, J.J., Thatcher, W.W., Foster, D.B., Wolfenson, D., Bartol, F.F., Caton, D. 1986. Uterine prostaglandin and blood flow responses to estradiol-17 in cyclic cattle. *Prostaglandins*. 31: 757-776.
- Lamley, C.O., Butler, S.T., Butler, W.R., Wilson, M.E. 2008. Short communication: Insulin alters hepatic progesterone catabolic enzymes cytochrome P450 2C and 3A in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 91: 641-645.
- Leroy, J.L., Van Hoeck, V., Clemente, M., Rizoz, D., Gutierrez-Adan, A., Van Soom, A., Uytterhoeven, M., Bols, P.E. 2010. The effect of nutritionally induced hiperlipidemia on *in vitro* bovine embryo quality. *Human Reproduction*. 25: 768-778.
- Lopes, N., Scarpa, A.B., Cappellozza, B.I., Cooke, R.F., Vasconcelos, J.L.M. 2009. Effects of rumen-protected polyunsaturated fatty acid supplementation on reproductive performance of *Bos indicus* beef cows. *Journal of Animal Science*. 87: 3935-3943.
- Lucy, M.C., Thatcher, W.W., Michel, F.J., Staples, C.R. 1989. Effect of dietary calcium soaps of long chain fatty acids (Megalac) on plasma prostaglandin F metabolite (PGFM), LH, energy balance and follicular population in early postpartum dairy cattle. *Journal of Animal Science*. 67: (Suppl. 1), 389 (Abstr.).
- Lucy, M.C., Staples, C.R., Michel, F.M., Thatcher, W.W., Bolt, D.J. 1991. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F₂ α , luteinizing hormone, and follicular growth. *Journal of Dairy Science*. 74: 483-489.
- Lucy, M.C., De La Sota, R.L., Staples, C.R., Thatcher, W.W. 1993. Ovarian follicular populations in lactating dairy cows treated with recombinant bovine somatotropin (somatitribove) or saline and fed diets differing in fat content and energy. *Journal of Dairy Science*. 76: 1014-1027.
- Marei, W.F., Wathes, D.C., Fouladi-Nashta, A.A. 2009. The effect of linolenic acid on bovine oocyte maturation and development. *Biology of Reproduction*. 81: 1064-1072.
- Mattos, R., Staples, C.R., Thatcher, W.W. 2000. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reproduction*. 5: 38-45.
- Mattos, R., Guzeloglu, A., Badinga, L., Staples, C.R., Thatcher, W.W. 2003. Polyunsaturated fatty acids and bovine interferon- γ modify phorbol ester-induced secretion of prostaglandin F₂ and expression of prostaglandin endoperoxide synthase-2 and phospholipase-A2 in bovine endometrial cells. *Biology of Reproduction*. 69: 780-787.
- Meier, S., Ledgard, A.M., Sato, T.A., Peterson, A.J., Mitchell, M.D. 2009. Polyunsaturated fatty acids differentially alter PGF₂ α and PGE₂ release from bovine trophoblast and endometrial tissues during short-term culture. *Animal Reproduction Science*. 111: 353-360.
- Piccinato, C.A., Sartori, R., Sangsritavong, S., Souza, A.H., Grummer, R.R., Luchini, D., Wiltbank, M.C. 2010. *In vitro* and *in vivo* analysis of fatty acid effects on metabolism of 17 β -estradiol and progesterone in dairy cows- *Journal of Dairy Science*. 93: 1934-1943.
- Renaville, B., Bacciu, N., Comin, A., Motta, M., Poli, I., Vanini, G., Prandi, A. 2010. Plasma and follicular fluid

- fatty acid profiles in dairy cows. *Reproduction of Domestic Animals*. 45: 118-121.
- Robinson, R.S., Pushpakumara, P.G.A., Cheng, Z., Peters, A.R., Abayasekara, D-E-E., Wathes, D.C. 2002. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. *Reproduction*. 124: 119-131.
- Ryan, D.P., Spoon, R.A., Williams, G.L. 1992. Ovarian follicular characteristics, embryo recovery, and embryo viability in heifers fed high fat diets and treated with follicle-stimulating hormone. *Journal of Animal Science*. 70: 3505-3513.
- Santos, J.E.P., Bilby, T.R., Thatcher, W.W., Staples, C.R., Silvestre, F.T. 2008. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. *Reproduction in Domestic Animals*. 43: (Suppl. 2), 23-30.
- Sklan, D., Kaim, M., Moallem, U., Folman, Y. 1994. Effect of dietary calcium soaps on milk yield, body weight, reproductive hormones, and fertility in first parity and older cows. *Journal of Dairy Science*. 77: 1652-1660.
- Smith, S.S., Neuringer, M., Ojeda, S.R. 1989. Essential fatty acid deficiency delays the onset of puberty in the female rat. *Endocrinology*. 125: 1650-1659.
- Sreenan, J.M., Diskin, M.G., Morris, D.G. 2001. Embryo survival rate in cattle: a major limitation to the achievement of high fertility. In: *Fertility in the high producing dairy cow BSAS Occasional Publication, Vol 1*. pp 93-105.
- Staples, C.R., Burke, J.M., Thatcher, W.W. 1998. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 81: 856-871.
- Staples, C.R., Wiltbank, M.C., Grummer, R.R., Guenther, J., Sartori, R., Diaz, F.J., Bertics, S., Mattos, R., Thatcher, W.W. 2000: Effect of long chain fatty acids on lactation performance and reproductive tissues of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 83: (Suppl. 1), 278 (Abstr.).
- Staples, C.R., Thatcher, W.W. 2005. Effects of fatty acids on reproduction of dairy cows. In: *Garnsworthy PC, Wiseman, J. (Eds.), Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp. 229-56.
- Stocco, D.M., Wang, X., Jo, Y., Manna, P.R. 2005. Multiple signaling pathways regulating steroidogenesis and steroidogenic acute regulatory protein expression: more complicated than we thought. *Molecular Endocrinology*. 19: 2647-2659.
- Thangavelu, G., Colazo, M.G., Ambrose, D.J., Oba, M., Okine, E.K., Dyck, M.K. 2007. Diets enriched in unsaturated fatty acids enhance early embryonic development in lactating Holstein cows. *Theriogenology*. 68: 949-957.
- Thatcher, W.W., Macmillan, K.L., Hansen, P.J., Bazer, F.W. 1994. Embryonic losses: causes and prevention. In: *Fields, M.J.S., Sand, R.S. Editors. Factors affecting calf crop*. Boca Raton, FL: CRC Press; p. 135-53.
- Wakefield, S.L., Lane, M., Schulz, S.J., Hebart, M.L., Thompson, J.G., Mitchell, M. 2007. Maternal supply of omega 3 polyunsaturated fatty acids alter mechanisms involved in oocyte and early embryo development in the mouse. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism*. 294: E425-E434.
- Wathes, D.C., Abayasekara, D.R., Aitken, R.J. 2007. Polyunsaturated fatty acids in male and female reproduction. *Biology of Reproduction*. 77: 190-201.
- Wonnacott, K.E., Kwong, W.Y., Hughes, J., Salter, A.M., Lea, R.G., Garnsworthy, P.C., Sinclair, K.D. 2010. Dietary omega-3 and -6 polyunsaturated fatty acids affect the composition and development of sheep granulosa cells, oocytes and embryos. *Reproduction*. 139: 57-69.
- Zeron, Y., Sklan, D., Arav, A. 2002. Effect of polyunsaturated fatty acid supplementation on biophysical parameters and chilling sensitivity of ewe oocytes. *Molecular Reproduction and Development*. 61: 271-278.

GESTION DE RIESGOS Y POLITICAS PUBLICAS EN GANADERIA ASOCIADAS A IMPACTOS POR SEQUIA

Fernando Paz¹ y Jesús Escamilla²

¹*Programa Mexicano del Carbono y GRENASER, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, km 36.5
Carretera México-Texcoco, Montecillo, CP 56230, México. ferpazpel@gmail.com*
²*CatRiskMéxico, México, D.F. jescamillaj@gmail.com*

Introducción

Los informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático muestran evidencia de la presencia de un calentamiento global del planeta, lo cual agravara las presiones sobre las actividades productiva en el campo mexicano. Los registros climáticos muestran que la temperatura media global de la tierra se ha incrementado de 0.4 a 0.8 °C en el último siglo (IPCC, 2001). Existe un consenso científico que indica que el cambio climático afectara las actividades productivas, generando riesgos altos para el desarrollo de estas funciones productivas del agostadero.

Los cambios en los patrones de precipitación y temperatura asociados al cambio climático modificaran el manejo de la agricultura y ganadera, requiriendo el desarrollo de estrategias de adaptación y mitigación para poder reducir los impactos negativos del cambio climático.

El "riesgo" es una categoría compleja y su concreción resulta de la relación de múltiples elementos, en sí altamente dinámicos y cambiantes. El concepto de gestión del riesgo como procesos que permitan una prevención definitiva de los desastres, no debe considerarse como un conjunto discreto y separado de medidas, sino como una línea de análisis y preocupación que cruza todo tipo de actividad humana. En esta propuesta se aborda a los desastres como resultado de procesos histórico-sociales y construidos con base a la relación ser-humano y el ambiente natural y construido. Se trata de situaciones de crisis que no se resuelven socialmente mediante acciones de respuesta, demandando procesos de recuperación social y material (rehabilitación-reconstrucción) y que generan transformaciones irreversibles de orden material y psicosocial. El concepto de gestión del riesgo implica la definición de la sustentabilidad desde los actores sociales y su contexto, lo que permite también definir las estrategias de adaptación ante los cambios ambientales y sociales.

La presencia de eventos catastróficos del tipo hidrometeorológico en las últimas décadas ha ido en ascenso, así como su impacto (Hoyois *et al.*, 2006). El clima ("normal" y el cambio climático) puede ser un factor de riesgo de las actividades productivas, pero también es una oportunidad (Swiss Re, 2002). Para poder manejar el riesgo asociado al clima, la gestión de riesgos (retención, manejo y transferencia) (AGROASEMEX, 2005; Andersen, 2007) es una estrategia, esencialmente financiera, que permite minimizar sus impactos. En especial, el desarrollo de esquemas de seguros y reaseguros ante eventos climáticos negativos es una de las áreas de mayor interés de desarrollo (Redja, 2001; Freeman y Kunreuther, 2003, Arias y Covarrubias, 2006), en especial por su relación al

cambio climático (UNDP/FIELD, 2003; UNFCCC, 2007; World Bank Group/Global Environmental Facility Program, 2007)

La degradación de los recursos naturales y el riesgo de eventos dañosos está íntimamente relacionada (ADPC, 2004; UNFCCC, 2007). Asimismo, los pobres son la población más vulnerable ante eventos climáticos catastróficos, o de impacto menor pero sostenido, provocando un círculo de pobreza muy difícil de romper (Skees *et al.*, 2002; Saldaña, 2006; Osbahr y Few, 2006). Desde la perspectiva de país, los eventos climáticos extremos pueden provocar una reducción del crecimiento económico y la transferencia de recursos financieros destinados a otros usos para mitigar los efectos de los impactos (Rasmussen, 2004). Aunque los desastres “naturales” (entendidos en una perspectiva global, que pueden definirse como productos de procesos sociales, históricos y políticos en contextos específicos por inadecuada relación sociedad-ambiente) atribuidos a eventos climáticos pueden ser usados como mecanismos de nuevas oportunidades de una gestión de riesgos (Crespo y Hlouskova, 2004), la falta de transparencia en el uso de fondos de emergencia en situaciones de desastres naturales impone serias restricciones a esta opción (Transparency International, 2005), además de las presiones políticas por soluciones de muy corto plazo.

La gestión del riesgo es un concepto integrador y amplio, que incluye procesos sociales para la reducción o la previsión y control permanente del riesgo de desastre en la sociedad, integrada al logro de pautas de desarrollo humano, social, económico, ambiental y territorial, sustentables.

Conceptualmente las amenazas generalmente son identificadas como un componente del riesgo de origen físico-naturalista, mientras que la vulnerabilidad se entiende como el conjunto de aspectos socioeconómicos que determinan el grado de exposición del valor del riesgo. A manera de ejemplo, se puede citar que la falta o escasez extrema de lluvia podrá provocar una situación de sequía bajo ciertas condiciones básicas, como la erosión, la ausencia de reservas o suministro de agua, pero es necesario se presenten condiciones socioeconómicas, ecológicas y políticas para que esta situación llegue a poner en peligro la salud de la población afectada o la estabilidad de un sistema productivo.

Aunque se puede argumentar que la variabilidad del clima, y cambio climático, es normal (Swiss Re, 2002), es necesario adaptarse a lo inevitable (UNDP, 2007). La gestión de riesgos usando diferentes esquemas es una estrategia que requiere explorarse a mayor detalle en México y ha sido propuesta como un mecanismo de reducir la vulnerabilidad del país ante eventos climáticos catastróficos (Kreimer *et al.*, 1999; Guy Carpenter, 2000; AGROASEMEX, 2005; Arias y Covarrubias, 2006).

En México se cuenta con el Fondo para Atender a la Población Afectada por Contingencias Climatológicas (FAPRACC) (SAGARPA, 2007), con una visión acotada a la atención de la emergencia y “fiscalista” (para la reposición y reconstrucción de daños materiales), para asistir al sector agropecuario (a nivel de municipios) ante eventos climáticos dañosos. Aunque se ha argumentado que el uso de fondos públicos, nacionales o internacionales, para mitigar los efectos de eventos climáticos dañosos conlleva un

“Dilema del Samaritano” (Buchanan, 1975; Coate, 1995) (donde los favorecidos por la ayuda económica no hacen nada para mitigar los riesgos futuros y suponen que la ayuda llegara si se presentan, generando un círculo vicioso de mayor exposición al riesgo y mayor necesidad de recursos económicos; haciendo financieramente insostenible la operación de los fondos públicos de ayuda), lo cual debe ser evitado al construir procesos participativos de gestión que permitan analizar los factores socioculturales, políticos y económicos específicos de las áreas afectadas; es claro que este tipo de fondos, manejados en forma eficiente y transparente, pueden ser importantes apoyos para la gestión racional de riesgos. Para romper este dilema es necesario el desarrollo de estrategias alternativas de gestión de riesgos, donde el manejo de las actividades productivas sea considerado en forma explícita.

La sustentabilidad ambiental, como objetivo de uno de los cinco ejes rectores del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, ha sido la base del Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria (SAGARPA; 2007). Aunque el esquema de apoyo del programa mencionado es sin duda benéfico para las actividades productivas, su liga al manejo sustentable resulta sumamente difícil de evaluar por falta de información, además de la alta incertidumbre en relación a la información disponible.

Durante el periodo 1995-2005, el costo de los eventos catastróficos (atípicos) para el país ha sido de alrededor de sesenta mil millones de pesos (pesos del 2006) y provocado desviaciones presupuestarias importantes, con alrededor del 35 % de los fondos de créditos internacionales obtenidos usados para mitigar el efecto de estas catástrofes, además de generar una interrupción en el desarrollo del país. Los riesgos con mayor incidencia en México son los hidrometeorológicos, que provocan pérdidas importantes en la actividad productiva del sector rural. El clima es uno de los factores más críticos para el desarrollo sustentable y tiene un alto impacto en las economías de los más vulnerables: los pobres. La gestión del riesgo climático es un imperativo ante la evidencia científica que predice una menor disponibilidad de agua, un incremento en los eventos extremos y una baja en la productividad de los recursos naturales del país.

LA EXPERIENCIA MEXICANA EN LA GESTIÓN DE RIESGOS AGROPECUARIOS

La evolución del riesgo climático, y su impacto en las actividades productivas, ha abierto el desarrollo de nuevos mercados asociados al tiempo meteorológico (Dischel, 2002). Así, se han propuesto mecanismos financieros que van desde los seguros y reaseguros (Dischel, 2002, Arias y Covarrubias, 2006; Andersen, 2007) a los derivados climáticos (Geman, 1999; Andersen, 2007), donde sobresale el mercado de futuros y opciones (Hull, 2002) como un mecanismo global de gestión de riesgos más allá del mercado convencional de seguros y reaseguros.

México, a través de AGROASEMEX, ha sido pionero en el desarrollo e implementación de seguros paramétricos agropecuarios (Arias y Covarrubias, 2006), donde el termino paramétrico es usado para el uso de índices o indicadores asociados a la variable de interés a cubrir. Considerando la dificultad de contar con información histórica asociada a

estadísticas de producción agropecuaria, el uso de esquemas paramétricos (indirectos) permite hacer operacional seguros agropecuarios usando enfoques alternativos (AGROASEMEX, 2006a y b). La precipitación, con su componente de impredecibilidad, ha sido uno de los índices de mayor uso en el desarrollo de seguros paramétricos y derivados (Muller y Grande, 2000; Martin *et al.*, 2001; Zeuli y Skees, 2005). El uso de un seguro basado en solo la precipitación, conlleva riesgos importantes de base (Arias y Covarrubias, 2006; AGROASEMEX, 2006a), donde un siniestro asociado a un umbral de precipitación no tiene una representación en la realidad de campo. Así, los desarrollos en agricultura de los seguros paramétricos en México se han basado en el acoplamiento de modelos biofísicos de producción de los cultivos y la precipitación (y otros datos climatológicos) (AGROASEMEX, 2006a). Este enfoque reduce el riesgo de base y hace más transparente el uso de los seguros paramétricos.

Aunque se han planteado esquemas paramétricos de seguros asociados a la precipitación para la ganadería (Skees y Enkh-Amgalan, 2002), su uso tiene un riesgo de base importante para ser usado en términos operacionales. Ante esta perspectiva, AGROASEMEX, en alianza estratégica con el COLPOS, desarrollo un esquema operativo de seguro ganadero paramétrico satelital (GRENASER, 2005; AGROASEMEX, 2006b, Paz *et al.*, 2006). El uso de sensores remotos en los seguros paramétricos es lo más cercano a los seguros convencionales, donde la respuesta real de la vegetación es observada a través de índices de vegetación espectrales. Así, los sensores remotos no suponen un modelo biofísico o alguna relación entre la producción vegetal y el clima, sino que la miden directamente. Para la implementación de seguros paramétricos satelitales es necesario la minimización del riesgo de base, de tal forma que los datos satelitales sean equivalentes a datos de medición de la producción de los agostaderos (Paz, 2005).

En la actualidad, los seguros paramétricos han sido puestos en operación comercial como un esquema de gestión de riesgos del FAPRAAC (hoy PAC), escala de municipios. A partir de 2008 está operativo en veinte Estados de México, pastizales naturales e inducidos y matorrales, bajo condiciones de ganadería extensiva. En el 2007 la operación comercial, y monitoreo satelital, fue llevada a cabo en alrededor de 13 millones de has. y en el 2008 la operación fue de alrededor de 75 millones de has.

HACIA UN PLAN NACIONAL DE GESTION DE RIESGOS CLIMATICOS

El plan nacional de gestión de riesgos debe cumplir con los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar mapas de riesgos a nivel nacional para el sector ganadería
- Desarrollo y evaluación de estrategias de gestión de riesgos para la definición de un portafolio a nivel riesgo y sector; y, un portafolio de portafolios para el sector rural.
- Caracterización y diagnóstico de las condiciones naturales, aspectos socioeconómicos y socioculturales existentes y que intervienen en la vulnerabilidad social y desastres.

- Desarrollar un plan de acciones para la reducción de la vulnerabilidad (medidas *ex ante*), así como proponer acciones de adaptación.
- Elaborar propuestas de políticas (instituciones y programas) y estrategias de gestión de riesgos y sus instrumentos financieros, sociales, políticos y económicos respectivos.
- Diseño de programas de educación y cultura de prevención en sus diferentes modalidades de educación formal e informal.

Mapas de riesgos

Considerando los efectos del cambio climático y el incipiente mercado mexicano de gestión de riesgos climáticos, resulta necesario impulsar el desarrollo de sistemas de administración de riesgos que permitan ampliar el mercado en términos de productores, regiones y actividades productivas atendidas. Para ello, se considera que una herramienta que puede coadyuvar a la identificación de mercados potenciales y su desarrollo representan los Mapas de Riesgo (MR).

En términos muy generales los MR consisten en la representación gráfica en una base cartográfica, de la probabilidad de incidencia de un fenómeno o de varios, sus características e intensidades, y la manera que influyen en los diferentes tipos de ámbitos, sean estos geográficos (localidad o región), geopolíticos (municipio, estado, país), fisiográficos (tipo de suelo, vegetación), o aquellos caracterizados por la actividad humana (población, vivienda, infraestructura, ganadería, agricultura, acuacultura y pesca); en su elaboración, generalmente, predominan enfoques fragmentarios que no siempre responden a una delimitación de objetivos focalizados, por lo cual, en diversas ocasiones, los mapas producidos sólo reflejan la distribución espacial y temporal de las amenazas y sus atributos, sin tomar en cuenta la probabilidad de pérdida, asociada a la presencia del riesgo, la cual, a su vez, depende de dos factores fundamentales: i) Amenaza (peligro), definida como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto período de tiempo y en un sitio dado; y ii) Vulnerabilidad, entendida como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas.

De esta manera, el concepto de riesgo es resultante de una combinación de los factores de amenaza y el grado de exposición a está (vulnerabilidad): $\text{Riesgo} = \text{Amenaza} + \text{Vulnerabilidad}$

Conceptualmente las amenazas generalmente son identificadas como una componente del riesgo de origen físico-naturalista, mientras que la vulnerabilidad se entiende como el conjunto de aspectos socioeconómicos que determinan el grado de exposición del valor del riesgo. A manera de ejemplo, se puede citar que la falta o escasez extrema de lluvia podrá provocar una situación de sequía bajo ciertas condiciones básicas, como la erosión, la ausencia de reservas o suministro de agua, pero es necesario se presenten condiciones socioeconómicas, ecológicas y políticas para que esta situación llegue a poner en peligro la salud de la población afectada o la estabilidad de un sistema productivo agrícola.

De manera particular, para la determinación del riesgo asociado con la presencia de eventos climáticos adversos, es necesario vincular la frecuencia de estos con la disminución en la producción obtenida, con el fin de generar un índice de riesgo que represente la probabilidad de afectación de los cultivos o la calidad de estos por efecto de un fenómeno climático adverso. Sobre esta base, pueden definirse los componentes fundamentales del riesgo climático: la probabilidad de ocurrencia del fenómeno climático (amenaza) y la reducción estimada de la productividad del mismo (vulnerabilidad).

Adicionalmente, debe considerarse que el concepto de amenaza, está definido, a su vez, por las variables de intensidad y duración de los fenómenos adversos, lo que implica la necesidad de precisar los valores umbrales, a partir de los cuales un evento climático se vuelve amenaza, es decir, tiene la capacidad de generar pérdidas en los cultivos.

Con el desarrollo de un sistema de mapas de riesgos por actividad productiva, se pretende que los mapas de riesgo resultantes simulen eficientemente la interacción entre las amenazas, el entorno físico y la vulnerabilidad física y social y que a la vez incluyan la valoración del riesgo a través de la modelación físico matemática de las pérdidas esperadas.

La construcción de estos índices y su representación en un sistema de información geográfico, pretende ser la herramienta a partir de la cual se sustente el desarrollo y consolidación de un Sistema de Gestión de Riesgos, con los siguientes objetivos fundamentales:

- i) Que las instituciones aseguradoras estén en posibilidades de identificar nichos de mercado e instrumentos de transferencia de riesgos ajustados a la demanda, que permitan incrementar su volumen de operaciones y aumentar su presencia regional y de cobertura de riesgos;
- ii) Que las instituciones financieras cuenten con herramientas de análisis de riesgos, que le permitan adoptar sistemas transferencia de riesgos para soportar los créditos otorgados y la incursión en otras regiones y productos en los cuales no se tenga experiencia previa.
- iii) Que las instituciones gubernamentales, tanto federales como estatales, cuenten con una herramienta de análisis de riesgos, que permitan sustentar la toma de decisiones en la definición de políticas públicas en materia de: asignación de subsidios; programas de fomento y reconversión productiva; y de gestión de riesgos.

Es preciso señalar, que la factibilidad y alcance de este tipo sistemas depende en gran medida de la existencia de la información que permita caracterizar adecuadamente el riesgo que se quiere modelar y representar en un sistema de información geográfico. En el caso de México, estos trabajos están de inicio limitados por la disponibilidad, dispersión y niveles de agregación de la información requerida.

Sistema de gestión de riesgos

Si se considera que la vulnerabilidad manifiesta del país a desastres naturales hace necesario el desarrollo e instrumentación de estrategias y mecanismos financieros que mitiguen los efectos de estos acontecimientos, para lo cual resulta indispensable llevar a cabo la cuantificación y evaluación de los riesgos que se asumen, a través de la definición técnica de los componentes de exposición y frecuencia de amenazas con el fin de estimar los daños que puede enfrentar con cargo a sus recursos y los que, por la característica catastrófica del evento, pueden llegar exceder su capacidad media.

La correcta estimación de estas dos variables, permitirá definir técnicamente los recursos que deban asignarse como parte del presupuesto federal y el diseño de esquemas de protección para transferir al mercado internacional los excedentes, es decir, la construcción de un sistema de gestión de riesgos que tenga como objetivos:

- Estabilizar el uso de los recursos, evitando reasignaciones presupuestales imprevistas ante la ocurrencia de una catástrofe;
- Fortalecer la estrategia federal con los recursos suficientes para hacer frente a los daños derivados de eventos naturales de alto impacto o de impacto menor pero con mayor duración, reduciendo el costo de capital del Gobierno Federal o Estatales
- Proteger las desviaciones financieras a las que está expuesto el Gobierno Federal o Estatales por la ocurrencia de desastres.
- Optimizar los recursos presupuestales para enfrentar este tipo de eventos.
- Reducir la vulnerabilidad de la población marginada de los servicios financieros.
- Agilizar el flujo de recursos a la población afectada, mejorando su capacidad de recuperación y resistencia a este tipo de eventos.

En la literatura relacionada se considera que los componentes fundamentales del riesgo son la exposición y la frecuencia con la que cada una de las amenazas puede ocurrir (vulnerabilidad). El primer elemento se refiere a los bienes o intereses que pueden afectarse ante la ocurrencia de un evento adverso, en tanto que el segundo a las veces en que una amenaza particular (ciclón, sequía o inundación; por mencionar algunos) se materializa.

En este contexto, se considera que para la instrumentación de un sistema de gestión de riesgos, es indispensable disponer de la medición de los principales riesgos que se enfrentan, particularmente, aquellos que han tenido un mayor impacto en el patrimonio de los productores rurales. Para ello, se hace necesaria la construcción de modelos que describan las amenazas, en términos de frecuencia y severidad, así como su impacto en los bienes protegidos (exposición).

Al disponer de estos escenarios o simulaciones de catástrofes naturales asociadas al cambio climático y las intrínsecas a la variabilidad climática actual será posible cuantificar las pérdidas potenciales derivadas de un evento y de diversos eventos que se

presenten simultáneamente. Asimismo, permitirán ubicar áreas geográficas factibles de ser afectadas, estimar la recurrencia de los fenómenos, y su intensidad.

Por otra parte, una vez determinadas las pérdidas potenciales que se enfrentarían, será factible la identificación de eventos atípicos de alto impacto económico y la definición de criterios técnicos para su transferencia al mercado internacional a través de los instrumentos financieros que se definan en función de su eficiencia.

La modelación de los riesgos requiere necesariamente de una base de datos histórica que permita una buena representación de la realidad. En la medida que la información provenga de fuentes confiables y sea extensa, se estará en mejores condiciones de desarrollar modelos con menor grado de incertidumbre, aunque hay que señalar que todo modelo contiene incertidumbre aún cuando el conjunto de datos sea suficientemente grande como para permitir la creación de una imagen representativa de la realidad.

Debe señalarse que en el caso de catástrofes naturales, la presencia de incertidumbre es una condición básica para que puedan existir esquemas de gestión de riesgos, no obstante y a pesar de esta incertidumbre, que hace imposible predecir con exactitud un evento individual, existe la posibilidad de pronosticar cuántos eventos y de qué magnitud pueden ocurrir, en promedio, durante el curso de un determinado periodo de tiempo. En este contexto, la construcción de una base de datos resulta fundamental para la creación de un sistema de gestión de riesgos.

Al combinar la información anterior con conocimientos científicos-naturales especializados es posible identificar geográficamente las pérdidas potenciales derivadas de fenómenos naturales, las que son susceptibles de agruparse por su impacto y frecuencia en eventos esperados (frecuencia media e impacto económico medio) y eventos extremos (frecuencia baja y alto impacto económico). De igual manera, es factible clasificarlas por horizonte de tiempo, regiones geográficas, tipo de bienes afectados, etc.

La modelación de las pérdidas potenciales requiere de la definición de una metodología específica que permita estimar las pérdidas acumuladas por activo público o privado y sector, así como la creación geográfica de unidades de riesgo (UR) con niveles similares de vulnerabilidad, la cual debe sustentarse en los supuestos teóricos y empíricos utilizados por la comunidad internacional para la modelación de los fenómenos naturales y la cuantificación de los riesgos derivados de cada una de las amenazas, con objeto de facilitar, en su momento, la transferencia del riesgo hacia el mercado financiero internacional.

Un punto crítico en la modelación de los riesgos lo representan los niveles de incertidumbre inherentes a la estimación de índices y parámetros, por lo que se necesario desarrollar una metodología de análisis orientada a reducir estos niveles, que se fundamente en los supuestos metodológicos utilizados por la industria, literatura y demás fuentes aplicables.

Con objeto de tener una valuación objetiva del riesgo y poder diseñar un instrumento financiero que permita su eficiente administración (seguros, bonos, reaseguro, etc.), es necesario diseñar índices o parámetros susceptibles de ser tomados por el mercado. De inicio es indispensable desarrollar al menos cuatro índices, uno para cada riesgo modelado y un agregado que simule la interacción entre los riesgos.

Cada uno de estos índices debe analizarse en función de: i) variables físicas tales como, por ejemplo, para ciclones tropicales la presión central, lluvia asociada, vientos, entre otros; y ii) variables financieras que muestren las pérdidas esperadas por cada índice en forma individual o conjuntamente.

De esta manera, se pretende que los valores de cada índice al interactuar con los riesgos y la exposición puedan ser estimados a través de técnicas de simulación y modelos probabilísticos, a partir de las cuales se esté en condiciones de construir la distribución de probabilidad de pérdidas que arrojaría cada índice de riesgo en particular o en conjunto.

Al igual que en la modelación física se considera conveniente que los supuestos y metodologías utilizadas para el diseño de los índices antes mencionados, sean consistentes con los utilizados por la industria de empresas de modelaje de riesgos.

Concluidas las fases anteriores, se tendrán los elementos necesarios para diseñar y evaluar diferentes estrategias financieras que permitan instrumentar un sistema de gestión de riesgos, en dos vertientes fundamentales:

a) Retención: Mediante la determinación de los criterios técnicos que fundamenten el monto de recursos que deban asignarse a un fondo asociado al cambio climático, con el objetivo de absorber las pérdidas económicas medias generadas por la ocurrencia de catástrofes relacionadas con el cambio climático y dar estabilidad a la asignación de los recursos fiscales destinados a tales fines.

b) Dispersión y transferencia: A través del diseño de estrategias que permitan enfrentar las pérdidas generadas por desviaciones significativas de siniestralidad provocada por eventos naturales de magnitud catastrófica, con el propósito fundamental de minimizar el costo de capital en que incurre el Gobierno Federal para financiar las pérdidas ocasionadas en forma individual o combinada por los riesgos descritos.

Para el logro de lo anterior, se requiere necesariamente de la construcción de portafolios de riesgos que permita explorar diferentes estrategias de cobertura para cada riesgo y sector u otros grupos de exposición, así como de un análisis de sensibilidad y estudio de factibilidad para la colocación, en el mercado nacional e internacional, de los diversos instrumentos financieros que en este proceso se identifiquen.

En lo general, las amenazas relacionadas con eventos climáticos serán determinados bajo dos consideraciones: la histórica (malla climática nacional) y la de los escenarios proyectados del cambio climático. La información climática histórica será usada para calibrar diferentes modelos o aproximaciones de respuestas de la vegetación o animales,

así como de los medios ambientes donde se distribuyen estos seres vivos. De esta manera, en lo siguiente solo se analizan los enfoques metodológicos asociados a la vulnerabilidad, así como a la calibración de modelos u otro tipo de aproximaciones.

Literatura Citada

- ADPC, 2004, Environmental degradation and disaster risk, Issue Paper prepared by Asian Disaster Preparedness Center for Embassy of Sweden/Sida Bangkok, Bangkok, Thailand, 39 p.
- AGROASEMEX, 2005, Administración de riesgos agropecuarios, Manuales para el Fortalecimiento de los Fondos de Aseguramiento Agropecuario, AGROASEMEX, S.A., Querétaro, México, 133 p.
- AGROASEMEX, 2006a, La experiencia Mexicana en el desarrollo y operación de seguros paramétricos aplicados a la agricultura, AGROASEMEX, S.A., Querétaro, México, 59 p.
- AGROASEMEX, 2006b, La experiencia Mexicana en el desarrollo y operación de seguros paramétricos orientados a la ganadería, AGROASEMEX, S.A., Querétaro, México, 57 p.
- Andersen, T.J., 2007, Utilización de técnicas de financiamiento del riesgo para gestionar las exposiciones económicas de amenazas naturales, Series de Informes Técnicos del Departamento de Desarrollo Sostenible ENV-147, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D.C., 62 p.
- Arias, D. y Covarrubias, K., 2006, Agricultural insurance in Mesoamerica: an opportunity to deepen rural financial markets, Inter American Development Bank, Economic and Sector Study Series, RE2-06-006, 60 p.
- Buchanan, J., 1975, The Samaritan's dilemma, In: E.S. Phelps (Editor), Altruism, Morality and Economic Theory, Russell Sage Foundations, New York
- Coate, S., 1995, Altruism, the Samaritan's dilemma, and government transfer policy, American Economic Review, 5: 46-57
- Crespo, J. y Hlouskova, J., 2004, Natural disasters as creative destruction: evidence from developing countries, Preliminary Version, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenberg, Austria, 17 p.
- Dischel, R. (Editor), 2002, Climate risk and the weather market, Risk Books, London
- Freeman, P.K. y Kunreuther, H., 2003, Managing environmental risk through insurance, In: H. Folmer y T. Tietenberg (Editors), International Yearbook of Environmental and Resource Economics, Edward Elgar Publishing Ltd., London, pp. 159-189
- Geman, H. (Editor), 1999, Insurance and weather derivatives: from exotic options to exotic underlyings, Risk Books, London
- GRENASER, 2005, Desarrollo de un seguro ganadero con base a la tecnología de los sensores remotos, Grupo de Gestión de Riesgos y Recursos Naturales Asistida por Sensores Remotos, Colegio de Postgraduados, Reporte Final para AGROASEMEX, 91 p.
- GRENASER, 2006, Una propuesta operacional de índices de vegetación generalizados: teoría y experimentos, Grupo de Gestión de Riesgos y Recursos Naturales Asistida por Sensores Remotos, Colegio de Postgraduados, Reporte Noviembre para AGROASEMEX, 31 p.
- Guy Carpenter, 2000, Managing the financial impacts of natural disasters losses in Mexico: government options for risk financing and risk transfer, Latin America and the Caribbean Region, The World Bank, Washington, D.C.
- Hoyois, P., Below, R., Dcheuren, J.M. y Guha-Sapir, Df., 2006, Annual disaster statistical review: numbers and trends 2006, Centre for Research on Epidemiology of Disasters (CRED), School of Public Health, Catholic University of Louvain, Brussels, Belgium, 54 p.
- Hull, J.C., 2002, Fundamentals of futures and options markets, Prentice Hall, Upper Saddle River
- IPCC, 2001, Tercer informe de evaluación. La base científica, Grupo I del Tercer Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido
- Kreimer, A., Arnold, M., Barhar, C., Freeman, P., Gilbert, R., Krimgold, F., Lester, R., Pllner, J.D. y Vogt, T., 1999, Managing disaster risk in Mexico: market incentives for mitigation investment, Disaster Risk Management Series, Disaster Management facility, The World Bank, Washington, D.C., 57 p.

- Martin, S.W., Barnett, B.J. y Coble, K.H., 2001, Developing and pricing precipitation insurance, *Journal of Agricultural and Resource economics*, 26: 261-274.
- Muller, A. y Grande, A., 2000, Weather derivatives: a risk management tool for weather-sensitive industries, *The Geneva Papers on Risk and Insurance*, 25: 273-287
- Osbaahr, H. y Few, R., 2006, Linking climate change adaptation and disaster risk management for sustainable poverty reduction, Mexico Country Study, Framework Contract AMS/451 Lot No 6, Vulnerability and Adaptation Resource Group (VARG), European Commission, 60 p.
- Paz, F., 2005, Elementos para las condiciones generales y la nota técnica del seguro ganadero, Reporte Marzo para AGROASEMEX, Proyecto de Desarrollo de un Seguro Ganadero con base a Sensores Remotos – Primera Generación, 31 p.
- Paz, F., Palacios, E., Bolaños, M., Cano, A., Zarco, A., Pascual, F., Palacios, L.A. y Martínez, M., 2006, Design of a country scale livestock insurance in grasslands using AVHRR sensor, In: J.A. Sobrino (Editor), *Second Recent Advances in Quantitative Remote Sensing*, Universitat de Valencia, Valencia, Spain, pp. 683-685
- Rasmussen, T.N., 2004, Macroeconomic implications of natural disasters in the Caribbean, Working Paper WP/04/224, International Monetary Fund, 24 p.
- Rejda, G.E., 2001, Principles of risk management and insurance, Addison Wesley Longman, Boston, MA.
- SAGARPA, 2007, Acuerdo por el que se Establecen las Reglas de Operación de los Programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Diario Oficial de la Federación, 31 de diciembre de 2007, 132 p.
- Saldaña, S.O., 2006, Stakeholders views in reducing rural vulnerability to natural disasters in southern Mexico: hazard exposure, coping and adaptive capacity, Advanced Institute on Vulnerability to Global Environmental Change, International Institute for Applied systems Analysis, Risk and Vulnerability Program, Laxenburg, Austria, 65 p.
- Skees, J. y Enkh-Amgalan, A., 2002, Examining the feasibility of livestock insurance in Mongolia, Policy Research Working Paper 2886, Rural Development and Natural Resources Sector Unit, The World Bank, Washington, D.C., 38 p.
- Skees, J., Varangis, P., Larson, D. y Siegel, P., 2002, Can financial markets be tapped to help poor people cope with weather risk? Policy Research Working Paper No. 2812, The World Bank, Washington, D.C.
- Swiss Re, 2002, Opportunities and risks of climate change, Swiss Reinsurance Company, Zurich, 27 p.
- Transparency International, 2005, Global corruption report, Corruption in construction and post-conflict reconstruction.
- UNDP, 2007, Human development report 2007/2008, Adapting to the inevitable: national action and international cooperation, Chapter 4, United Nations Development Program, pp. 163-198
- UNDP/FIELD, 2003, SIDS workshop on insurance and climate-related extreme weather events, Final Workshop Report, United Nations Development Program and Foundation for International Environmental Law and Development, Milan, Italy, Nov. 8, 20 p.
- UNFCCC, 2007, Assessing, predicting and managing current and future climate variability and extreme events, and implications for sustainable development, Background Paper, UNFCCC workshop on climate related risks and extreme events under the Nairobi work programme on impacts, vulnerability and adaptation, Cairo, Egypt, 18-20 June, 30 p.
- World Bank Group/Global Environmental Facility Program, 2007, Managing climate risk: integrating adaptation into World Bank Group operations, The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington, D.C., 32 p.
- Zeuli, K.A. y Skees, J.R., 2005, Rainfall insurance: a promising tool for drought management, *Water Resources Development*, 21: 663-675

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA EN EL SEMIÁRIDO MEXICANO

POTENTIAL AREAS IDENTIFICATION FOR RECONVERTING CROP PRODUCTION IN THE MEXICAN SEMI-ARID

Francisco G. Echavarría-Cháirez¹, Guillermo Medina García¹
Campo Experimental Zacatecas, INIFAP

Introducción

En México, a principios de los años 70's, diversas políticas gubernamentales estimularon el incremento de la producción agrícola por la vía del incremento de la superficie laborable. Como consecuencia, se abrieron al cultivo suelos de baja aptitud productiva, los cuales no alcanzaron el nivel mínimo de recursos necesarios para considerarse aptos para el uso agrícola. El término reconversión es usado para referirse a la acción de cambiar la actividad productiva de áreas de baja aptitud productiva hacia una actividad de menor nivel extractivo, como en el caso de cambiar de la actividad agrícola hacia la pecuaria. Los estudios agrológicos o de uso potencial empezaron a usarse en México a partir del año de 1968. CETENAL desarrolló un sistema de clasificación de la capacidad agrológica, que permitió caracterizar los suelos de acuerdo con su capacidad productiva.

Identificación de áreas de baja aptitud productiva

Existen procedimientos para guiar la reconversión productiva (por ejemplo a nivel regional) como los métodos agrológicos basados en la capacidad productiva de cada unidad de suelo. Con estos métodos es posible dividir cualquier terreno en cuatro clases que van desde las mejores tierras para realizar labores agrícolas (clase uno), hasta las más degradadas y de baja productividad (clase tres y cuatro). De esta últimas dos clase existen más de 400,000 ha en el estado de Zacatecas, las cuales son susceptibles de reconvertirse, ya sea hacia cultivos forrajeros (clase 3) o bien, hacia un regresión definitiva a lo que fue su antigua vocación, como son las tierras de pastoreo o agostaderos (clase 4). Existen otras cuatro clases que categorizan los suelos dedicados a las actividades pecarías, aunque aquí se hace referencia únicamente a suelos agrícolas en vías de reconversión a actividades pecuarias.

Para su identificación se utilizan métodos de mapeo georeferenciado que permiten determinar la distribución espacial de diferentes atributos del terreno. En este caso, las clases de suelo (digitalización a partir de cartas edafológicas 1:50,000, CETENAL, 1973), las fases físicas o químicas que lo limitan, la pendiente del terreno y la disponibilidad histórica de lluvia sobre el terreno (Mapa de climas de México de INIFAP) (Medina, *et al.*, 1998) el cual para su elaboración considera la relación precipitación–evapotranspiración que ayudó a distinguir los períodos en que la humedad es deficitaria. Finalmente, el Mapa de uso del suelo elaborado por la INEGI (2005), que se empleó para delimitar las áreas de uso agrícola y pecuario. El criterio de decisión para las áreas agrícolas y pecuarias está fundamentado en los atributos teóricos de cada unidad taxonómica, limitaciones de pendiente y por fases físicas y químicas y la disponibilidad histórica de precipitación (SEMARNAP,2000).

Intervención tecnológica

Una vez que dichas áreas fueron delimitadas espacialmente, será necesario determinar el tipo de intervención tecnológica más apropiado para el manejo del terreno. La intervención tecnológica deberá enfocarse a detener la degradación y paulatinamente, una vez que se logra un mínimo estabilidad en algunos indicadores, se puede iniciar la recuperación del terreno. Dichos indicadores son tres, los cuales están íntimamente relacionados, ya que determinan la calidad de cualquier terreno. El primero es la fertilidad del suelo, la cual en un suelo degradado se fue disminuyendo, tanto por su limitada disponibilidad natural, como por el manejo tecnológico del mismo. El segundo es la capacidad de retención de humedad, la cual se ve disminuida, tanto por la pérdida de fertilidad expresada como pérdida de materia orgánica, como por efecto del tercer indicador, que es la erosión hídrica y eólica, la cual al provocar la disminución del perfil del suelo, provoca la disminución de la capacidad de almacenamiento de humedad. Si se reduce el efecto de cualquiera de los tres indicadores mencionados, se reflejará en los otros dos. La sostenibilidad física del recurso suelo dependerá de la disminución del impacto de cada uno de los tres indicadores mencionados.

Exclusión al pastoreo

Aunque esta medida impactará la producción pecuaria, es el camino más obvio hacia la recuperación de un terreno. Tradicionalmente las tierras de cultivo ejidales son dedicadas a la producción de cultivos durante el ciclo Primavera-Verano. Una vez que los cultivos son cosechados y la recolección de los frutos y rastrojos ha terminado, se permite el libre pastoreo de los mismos, con lo que se hace un barrido completo de los residuos de cosecha, impidiendo la reincorporación de material orgánico al suelo. De esta manera, se hace una extracción de los nutrientes del suelo, por medio de la producción de cultivos, pero no se hace la recuperación de los mismos.

Retención de humedad

Los 400 mm de lluvia anual media se han considerado como el límite inferior para la producción de cultivos de temporal. Precipitaciones por debajo de este nivel se consideran áreas donde los cultivos de temporal tienen menores probabilidades de tener éxito en su producción. La parte norte del Estado de Zacatecas se encuentra ubicado por debajo de la isoyeta de los 400 mm. En estas áreas los cultivos de temporal tienen mayor riesgo de siniestro. La franja donde se presentan precipitaciones anuales por encima de los 400 mm va desde los Municipios de Miguel Auza y Juan Aldama, al Noroeste y se extiende por el centro del Estado hasta los Municipios del Sureste. Sin embargo, a pesar de que muchos años se obtienen precipitaciones apropiadas para lograr la producción de cultivos de temporal, no se cuenta con suelos profundos que puedan retener humedad por mucho tiempo, además de los problemas de topografía, las cuales en muchas ocasiones son mayores al 2% (límite para agricultura de riego) y llegan a rebasar el 8% (límite para realizar labores agrícolas). Para contrarrestar el efecto de la topografía como factor erosivo y que impide la acumulación de humedad, se utilizan los surcos al contorno, el cual representa un medio efectivo para retener la humedad del suelo y consiste en realizar el trazo de surcos siguiendo el mismo nivel (pendiente cero). En otras palabras, es el trazo de la surquería de manera transversal a la pendiente, evitando con ello el escurrimiento y mejorando la captación de humedad. Para su trazo se puede utilizar un

nivel apoyado en un tripié, un nivel de mano o incluso una manguera de nivel como la que se usa en trabajos de albañilería. Otro camino para reducir el escurrimiento y favorecer la retención de humedad es el uso del implemento conocido como “pileteadora”. Este implemento tiene la función de construir “contras” o pequeños obstáculos de tierra, separados uno de otro cada tres metros y que representan una alternativa para aquellos que no desean realizar el trazado de surcos a nivel. Ambas alternativas pueden llegar a almacenar hasta un 30% adicional de humedad en el suelo y reducir hasta un 50% las pérdidas de suelo por erosión, en comparación con el surcado tradicional.

Cobertura vegetal permanente

Otro de los componentes tecnológicos que constituyen la intervención tecnológica para la reconversión y/o regresión de tierras, es el establecimiento y mantenimiento de una cobertura vegetal permanente. Esta cobertura vegetal, en el caso de áreas semiáridas y con baja productividad, deberán optar por el establecimiento de matorrales, nopales, magueyes y/o pastos nativos. Estas especies perennes son las más apropiadas para las condiciones mencionadas y además, una vez establecidas, se convierten en barreras rompevientos, fuentes de alimento en pastoreo controlado y contribuyen a mantener el trazo de surcos de manera permanente (en el caso de uso de curvas a nivel). Su establecimiento en campo y su uso como fuente de alimentación de ganado es un proceso de varios años y representa un cambio en el sistema de producción, ya que convierte la unidad de producción en productora de forrajes y fortalece la producción pecuaria, principalmente de especies como pequeños rumiantes (caprinos y ovinos). Las especies vegetales que se utilizan son matorrales como la costilla de vaca (*atriplex canescens*), engordacabra (*dalea bicolor*) o diversas especies de *leucaena*. En cuanto a nopales existen diversas selecciones de nopal forrajero y verdura que pueden ser consumidas directamente por los animales, una vez establecidas. Asimismo, los pastos nativos con navajita y banderilla, constituyen dos ejemplos de establecimiento de perennes. La ventaja adicional de la producción de forrajes perennes es la disminución de presión al agostadero y mejoramiento de la calidad de suplementos que se proporcionan al ganado.

Cultivos anuales

Como se mencionó, la reconversión puede enfocarse a las áreas clasificadas como clases 3 o 4 en estudios agroecológicos. Las clase 4 se enfocarían a la regresión a tierras de agostadero y las clase 3 pudieran ser utilizadas para la reconversión productiva. Esta reconversión implica el establecimiento de perenes, curvas a nivel, etc., pero también la producción de cultivos anuales como maíz, cereales (avena, cebada, trigo, triticale, etc) otros como canola o sorgo. Estos forrajes están dirigidos a mejorar la alimentación de pequeños rumiantes, tanto en calidad, como en cantidad y con ello, mejorar la condición de la especie animal, sus niveles productivos y reproductivos y finalmente, dar valor agregado a productos como leche y carne.

La producción de forrajes estará supeditada a la presencia temprana y abundancia de lluvias, lo cual determinará el cultivo que deberá establecerse (maíz forrajero o cereales). El almacenamiento de los mismos es otro aspecto que se deberá considerar para mejorar la eficiencia de uso del forraje.

Sistema de pastoreo mixto

Un sistema de producción de temporal como el delineado aquí de manera breve, lleva a la conveniencia de cambio de uso del suelo en pos de su conservación y sostenibilidad. Un sistema de pastoreo mixto es aquel que mantiene su uso del terreno dedicado al agostadero y aprovecha su parcela, ya reconvertida, como fuente de producción de forrajes de mejor calidad que los residuos de cosecha y que aprovecha lo mejor de ambas condiciones. Un sistema de mixto de producción de forrajes y uso combinado del terreno, con perennes y forrajes, así como el pastoreo en agostadero y área agrícola, contribuirá a mejorar la calidad de producción de carne y leche y la obtención de valor agregado por la vía del establecimiento de microempresas familiares, lo cual se presentará con detalle en la próxima nota informativa.

Prospectiva de la Reconversión

A pesar de que se puede identificar las áreas para realizar la reconversión, existen otros elementos del sistema que no han sido considerados y que su integración permitirá delimitar con mayor precisión las superficies a ser incluidas en programas de reconversión y las áreas que deberán ser dedicadas a la producción de cultivos estratégicos. Un camino es la elaboración de mapas de disponibilidad de recursos (Echavarría *et al.*, 2009) donde se incorporaron mapas de escurrimiento superficial, suelo disponible (menor grado de deterioro) y niveles de abatimiento de los acuíferos. Esta clasificación pudiera ayudar a diferenciar el tipo de intervención tecnológica por áreas que disponen de una condición semejante de recursos naturales. Sin embargo, un elemento faltante es la participación del aspecto socioeconómico. En la Figura 1 se presenta un diagrama de un modelo diseñado para identificar desviaciones técnicas (Villarreal y Byerly, 1984) en los sistemas de producción, pero con la ayuda de los sistemas de información geográfica (SIG) puede ayudar a definir la ubicación y magnitud para realizar la intervención tecnológica en áreas de reconversión y el ordenamiento del resto de la superficie agrícola y pecuaria.

Elementos del modelo

Idealmente, para ordenar el uso del suelo las circunstancias socioeconómicas y ecológicas de los productores deben ser consideradas. Para ello se debe planear en tres niveles, los cuales son el nivel macro (Regional), sistema (productor y cultivo-especie animal) y subsistemas ecológicos (agua, suelo, clima y organismos dañinos) y subsistemas socioeconómicos (insumos, mano de obra, tecnología y mercado). En el subsistema ecológico el integrador es la especie vegetal y/o animal. En el subsistema socioeconómico el integrador es el productor. Este modelo incluye los elementos fundamentales para ordenar las actividades agropecuarias y ayuda a determinar dónde y cuanto de cada cultivo debiera ser establecido.

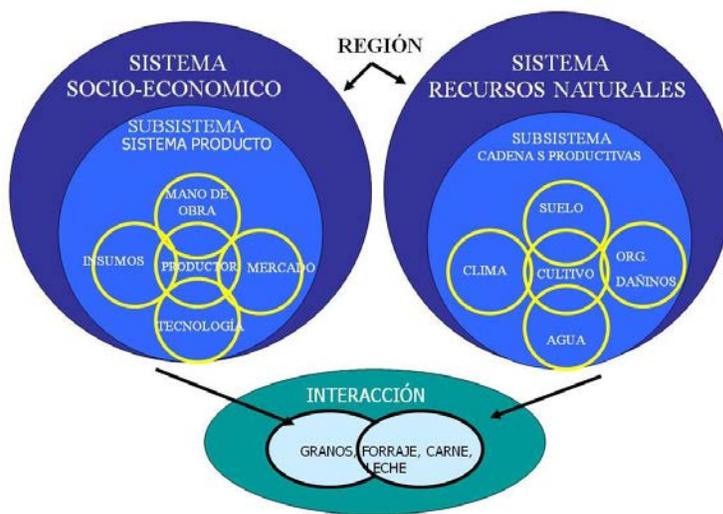


Figura 1. Modelo para ubicación de desviaciones técnicas (Villarreal y Byerly, 1984).

Información necesaria

Sistema socio-económico

Insumos. Este es definido por el paquete tecnológico utilizado por cada cultivo y sus costos.

Mercado. Información de precios, demanda, efectos climatológicos globales, usos estratégicos (etanol), cambios en patrones de uso, etc.

Mano de obra. Cantidad determinada por cultivo, importancia social, disponibilidad.

Tecnología. Está ligada a insumos, pero puede generar deterioro o sustentabilidad. Fechas óptimas de siembra. Ventajas agronómicas de cultivos.

Productor. Toma decisiones en lo referente a los subsistemas indicados y participar en el ordenamiento y reconversión.

Sistema Ecológico-Recursos Naturales

Suelo. Mapas de aptitud del suelo y potencial productivo por cultivo/región.

Agua. Agua subterránea y superficial (disponibilidad)

Clima. Niveles históricos de precipitación, heladas, horas frío, estación de crecimiento, pronósticos.

Organismos dañinos. Sistemas de alerta de plagas, control biológico, manejo tecnológico.

Cultivos. Cadenas productivas relevantes en la Región.

Integración

La integración de los ocho elementos que constituyen el modelo para el ordenamiento se realiza por medio de sistemas de información geográfica en la cual se responde a preguntas como donde, cuando y dimensiones de la superficie para realizar la reconversión en sus diferentes tipos.

Sistemas expertos

La sistematización de una información tan vasta y dinámica a través de sistemas expertos. Un Sistema Experto, también llamado Sistema Basado en el Conocimiento, es un programa de cómputo que simula el comportamiento de un experto en la solución de

problemas. En la determinación de áreas para la reconversión, los sistemas expertos combinan la información y la experiencia acumulada de los diversos elementos del sistema (agua, suelo, clima, organismos dañinos, insumos, mercado, mano de obra y tecnología) dentro de un sistema que elige las combinaciones específicas de cultivos o especies animales. Un sistema experto también puede combinar la experiencia y el conocimiento experimental con las habilidades de un razonamiento intuitivo de una multitud de especialistas para apoyar a los productores en la toma de la mejor decisión para sus cultivos. El producto del uso del programa de cómputo son mapas de ordenamiento.

Conclusiones

Para llevar a cabo la reconversión productiva se han utilizado métodos de identificación de sitios los cuales no alcanzaron el nivel mínimo de recursos necesarios para considerarse aptos para el uso agrícola. La intervención tecnológica deberá enfocarse a detener la degradación y paulatinamente, una vez que se logra un mínimo estabilidad en algunos indicadores, se puede iniciar la recuperación del terreno. Dichos indicadores son tres; la fertilidad del suelo, la retención de humedad y la reducción de erosión hídrica y eólica.

Las opciones para la reconversión van desde el cambio de un solo componente, hasta un sistema de producción completo. La reconversión se deberá integrar en un plan de ordenamiento agropecuario a través de la integración de información de tipo socio-económica a la de tipo ecológica, con lo que se puede responder a preguntas como superficie, cultivos, localización y productores.

Literatura Citada

- Comisión de Estudios para el Territorio Nacional (CETENAL), (1973). Carta edafológica Escala 1:50 000, Boletín especial, Secretaría de la Presidencia, México.
- Echavarría C., F.G., G. Medina G., A. F. Rumayor R., A. Serna P., H. Salinas G., J.G. Bustamante W., (2009). Diagnóstico de los recursos naturales para la planeación de la intervención tecnológica y el ordenamiento ecológico. Libro Técnico N° 10, INIFAP. CIRNOC, CEZAC, Zacatecas, México, 186 p.
- INEGI. *Carta de uso actual del suelo y vegetación Serie III*. México. 2005.
- Medina G., G., J.A. Ruíz C., R.A. Martínez P. 1998. Los Climas de México. Una estratificación ambiental basada en el componente climático. INIFAP-CIRPAC. 103pp.
- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES Y PESCA (SEMARNAP). 2000. Ordenamiento ecológico general del territorio. Memoria Técnica 1995-2000. Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. Dirección de Ordenamiento General del Territorio. México, D.F. 540 p.
- VILLARREAL F., E., BYERLY M., K. F. 1984. Metodología para la planeación de la investigación agrícola a partir de problemas de la realidad. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Unidad de Planeación de la Investigación.

LA FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO COMO ALTERNATIVA PARA EL ENRIQUECIMIENTO NUTRICIONAL DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

SOLID STATE FERMENTATION AS AN ALTERNATIVE TO THE ENRICHMENT NUTRITIONALLY AGROINDUSTRIAL BYPRODUCTS

Francisco Javier Gutiérrez Piña¹, Héctor Gutiérrez Bañuelos¹, Alberto Muro Reyes¹, Luis Humberto Díaz García¹, Carlos Aurelio Medina Flores¹ y Rómulo Bañuelos Valenzuela¹.

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. fj_gp@yahoo.com.mx

Resumen

El principal objetivo de esta revisión es describir la historia y evolución de la fermentación en estado sólido (FES) en los últimos 30 años, así como sus diferentes procesos y aplicaciones, señalando las ventajas y las perspectivas para el uso de esta técnica en subproductos agroindustriales que tengan potencial para la alimentación animal. En el mundo se generan enormes cantidades de residuos agroindustriales como bagazo de caña, manzana, guayaba, cáscara y pulpa de café, por mencionar solo algunos subproductos que tiene composición nutricional adecuada para ser sometidos a FES, a los cuales por medio de este proceso se les puede dar valor agregado como enriquecimiento proteico y desintoxicación biológica, sin embargo existen varios aspectos que se deben perfeccionar para poder realizar el proceso a gran escala, no obstante esta previsto que para el futuro cercano se contará con la tecnología específica y económicamente accesible para poder emplear la FES de manera altamente rentable en subproductos agroindustriales.

Palabras Clave: Fermentación en estado sólido, subproductos agroindustriales, alimentación animal, enriquecimiento proteico.

Introducción

Fermentación en estado sólido (FES) es un proceso en el cual los microorganismos (bacterias, hongos y levaduras) crecen en o con sustratos solidos o apoyados en estos, en ausencia o cerca de la ausencia de agua libre (Viniegra-González, 1997; Mitchell y Lonsane, 1992; Pandey, 2003; Singhanian, 2009). Sin embargo los sustratos deben tener suficiente humedad para soportar el crecimiento y metabolismo de los microorganismos, la FES ha sido usada durante miles de años en la preparación de diferentes tipos de alimentos como tempeh, shoyu y miso en países orientales y en países occidentales para la producción de pan, yogurt y queso (Aidoo *et al.*,1982), sin embargo en los últimos 30 años la FES ha sido empleada en diferentes aspectos productivos en la industria a nivel de laboratorio y a baja escala, en los últimos 5 años la FES ha construido credibilidad en la industria de la biotecnología debido al amplio potencial y rango de aplicaciones para producir combustible, productos farmacéuticos, silos, biomasa y metabolitos, usando sustratos orgánicos y soportes inertes por lo que dicha técnica tiene y tendrá un futuro promisorio, en el área de darles valor agregado a los subproductos agroindustriales, debido a que la FES tiene bajos requerimientos de energía, produce poca cantidad de aguas residuales y el mismo proceso también se puede clasificar como eliminador de

residuos sólidos (Pandey, 2003; Pandey, 1992; Pandey *et al.*, 2000). A pesar de que en los últimos años ha existido un notorio interés por parte de la industria agroalimentaria por el proceso de FES, en realidad la industria antes mencionada ha trabajado con la FES desde la década de 1960, ya que en este año se inició con trabajos que trataron de enriquecer o mejorar proteicamente residuos agroindustriales para la alimentación de ganado, de igual forma por medio de la FES se inició la biodegradación o desintoxicación biológica de los compuestos peligrosos, comenzando de esta manera un proceso único de desarrollado para dar valor agregado a residuos de bajo costo, los cuales en ocasiones también son considerados como contaminantes.

Fermentación en Estado Sólido

La fermentación en estado sólido (FES) es definida como un proceso en el cual los microorganismos (bacterias, hongos y levaduras) crecen en o con sustratos sólidos o apoyados en estos, en ausencia o cerca de la ausencia de agua libre (Viniestra-González, 1997; Mitchell y Lonsane, 1992; Pandey, 2003; Singhanía, 2009; Barrios-González, 2012). FES ofrece numerosas oportunidades para procesar residuos agroindustriales (Hoogschang *et al.*, 2001), esto en parte es debido a que el proceso tiene bajos requerimientos de energía, pudiéndose considerar como un proceso amigable con el ambiente, ya que la producción de aguas residuales es mínima y resuelve problemas de eliminación de residuos o desechos agroindustriales (Pandey, 2003).

Parámetros de Control y Medidas del Proceso de FES

El monitoreo y control de factores ambientales, biomasa o producción de metabolitos en la FES, plantea problemas que resultan de la complejidad y heterogeneidad de los medios o sustratos, sin embargo el conocer y monitorear la evolución de los parámetros es indispensable para detectar algún posible mal funcionamiento en el proceso. Dentro de las variables más importantes a medir son la temperatura, pH, humedad y aireación homogénea.

Temperatura

La temperatura está altamente relacionada con el contenido de humedad de la fase sólida (sustrato) y es directamente proporcional con la actividad metabólica de los microorganismos, en condiciones experimentales la temperatura es frecuentemente controlada por medio de la medición de esta, empleando un termostato y en caso de estar cerca de temperaturas no deseables, la fase sólida se sumerge en agua o se introduce a cuartos de refrigeración y evaporación (Bellon-Maurel *et al.*, 2003), sin embargo este tipo de procesos de regulación de temperatura son costosos, por lo que existe una alternativa más económica, la cual se conoce como aireación por agitación o movimiento, este proceso consta de mover o trasladar la parte inferior de la fase sólida a la parte superior, por dos o tres veces a día (Hernández *et al.*, 2007). La composición (fase sólida) puede alcanzar 80° C dependiendo del sustrato, lo cual puede convertirse en un factor limitante del proceso, ya que la mayor parte de los microorganismos que se emplean para la FES dejan de trabajar a esta temperatura.

Humedad

La humedad en la FES esta involucrada en el desarrollo de la biomasa, reacciones metabólicas, actividad enzimática, metabolitos extracelulares y transporte de gas (Bellon-Maurel et al., 2003), el contenido de agua es considerado optimo hasta llegar a la saturación de sustrato, el cual puede variar entre un 30 a un 85 % dependiendo del sustrato (Durand *et al.*, 1993). Las principales causas de variación de agua son evaporación debido al calor metabólico, a la hidrolisis del sustrato y a la producción de agua metabólica (Dorta *et al.*, 1994).

El contenido de humedad es usualmente evaluado durante el proceso de FES y al término de este, mediante la medición de materia seca de diferentes muestras representativas del producto, sin embargo este proceso no diferencia o determina exactamente el agua disponible para la actividad de microorganismos (Laukevics *et al.*, 1984; Pajan *et al.*, 1997). Con respecto al proceso de FES sobre subproductos agroindustriales destinados a la alimentación, es relativamente más sencillo ya que en estos casos se determina que el proceso a concluido cuando el subproducto agroindustrial (mezcla) final contiene alrededor de 13 % de humedad con lo cual se garantiza un manejo adecuado de almacenamiento y se logra aumentar la vida de anaquel (Hernández *et al.*, 2007).

pH

Los parámetros del pH en la FES de subproductos agroindustriales son resultado de la composición de sustrato y la producción de metabolitos, lo cual es indicativo de cambios en la actividad metabólica. Sin embargo en la FES se dificulta la medición del pH en el medio solido debido ya que no existe un potenciómetro específico para este medio (Dunand *et al.*, 1996), sin embargo se ha sugerido que se puede realizar una preparación o suspensión de la muestra sólida con agua destilada, para así poder emplear un potenciómetro o electrodo para determinar el pH.

Ciclo del Carbono

En la FES, la fuente de carbón es aeróbicamente transformada en biomasa, metabolitos, CO₂ y agua, el crecimiento microbiano es fundamental durante el proceso de FES, por lo cual es importante monitorear dicho crecimiento de manera indirecta mediante la medición de consumo de O₂, producción de CO₂, ya que el consumo de oxigeno permite definir la cinética del crecimiento de microorganismos (Marsh *et al.*, 1998), de igual forma la medición del contenido de proteína durante el proceso es otra manera de monitorear el correcto desarrollo de la FES (Hernández *et al.*, 2007 ; Rodríguez *et al.*, 2010). Sin embargo la FES con subproductos agroindustriales (SA) regularmente ofrece dos ventajas principales, ya que se pueden emplear tanto como soporte y sustrato, durante el proceso ocurren cambios macroscópicos en la estructura soporte (SA), que son debidos al crecimiento o producción de biomasa, por lo tanto las características macroscópicas pueden ser usadas como sensores o alarmas, las cuales suelen ser indicativas de un proceso correcto o incorrecto según sea el caso (Bellon-Maurel et al., 2003).

Fermentación en Estado Sólido Aplicada a Residuos Agroindustriales para la Alimentación Animal

El principio básico de la FES es la “cama de sustrato sólida”, regularmente cualquier tipo de cama empleada para este proceso debe contener residuos húmedos. Los residuos agroindustriales son excelentes para ser empleados como cama, ya que la mayor parte de ellos presentan características sólidas, por lo que pueden emplearse como soporte físico (cama) y como fuente de nutrientes debido al contenido de azúcares, nitrógeno y vitaminas (Hardin *et al.*, 2001; Mitchell *et al.*, 2000), sin embargo para potencializar los resultados también se le puede agregar o incorporar nitrógeno no proteico como urea y sulfato de amonio (Pandey, 2003; Becerra, 2006). El uso de la FES para mejorar el valor nutritivo de los subproductos agroindustriales ha incrementado, debido a la gran cantidad de residuos producidos en varios países, se estima que la producción mundial esta en los 3.5 billones de toneladas por año, lo que representa una potencial solución para la alimentación animal, sobre todo en países en vías de desarrollo (Robinson y Nigam, 2003; Graminha *et al.*, 2008), aparte que las grandes cantidades de esos residuos son comúnmente desechados o tirados en el campo, lo cual en muchos casos es fuente de contaminación y problemas para la industria. En la actualidad solo una pequeña proporción de estos residuos es usada directamente sin ningún proceso como alimento o componente de dietas para rumiantes (Yang *et al.*, 2001). Dentro de los principales cultivos que generan subproductos agroindustriales con potencial para la alimentación de rumiantes se encuentran cacahuates, algodón, soja, arroz, caña de azúcar, frutas cítricas, sorgo, café y vegetales (Galati *et al.*, 2004; Eun *et al.*, 2006).

Cascara de Café - FES

Un estudio que empleo cascara de café y café de baja calidad para cultivar hongos *L. edobes* bajo diferentes condiciones de humedad, considerando las mejores condiciones en un rango de 55-60 %, dicho experimento mostró resultados donde el contenido de proteína incrementó y el contenido de fibra, cafeína y taninos disminuyeron, con lo cual el producto final quedó con características para ser empleado en la alimentación animal (Fan *et al.*, 2001).

Bagazo y Semilla de Guayaba – FES

Este subproducto contiene entre un 4 a 5 % de proteína, pero en un experimento realizado mediante la inclusión de urea y sulfato de amonio sometido a FES, se logró aumentar la proteína hasta llegar a un 12 % final, lo que representa 2 a 3 veces más que el contenido inicial del bagazo y semilla de guayaba, con lo cual por lo menos en el aspecto proteico, el producto final tiene características para ser potencialmente incorporado en la dieta de rumiantes (Gutiérrez, 2012 datos no publicados), no obstante este experimento esta en fase inicial y se esta llevando acabo actualmente en la UAMVZ-UAZ por medio del Cuerpo Académico de Producción Animal 107.

Bagazo de Caña de Azúcar - FES

Es un residuo fibroso (alto contenido en celulosa) de los tallos de la caña, que son producidos o desechados después del proceso de molienda y extracción del jugo, durante varios años un gran número de microorganismos incluyendo bacterias, levaduras y hongos

han sido usados para cultivarlos en este bagazo, sin embargo los hongos filamentosos, especialmente basidiomicetos son la mejor opción para la producción de enzimas y enriquecimiento proteico (Pandey *et al.*, 2000).

Reyes *et al.*, (1993) realizaron un experimento donde con la inclusión del 70 % de saccharina (ingrediente obtenido por medio de FES y bagazo de caña de azúcar), en dietas de bovinos se obtuvo mejor producción de leche y ganancia de peso vivo en comparación con dietas comerciales a base de cereales. En otro estudio se reportó que en dietas para bovinos productores de leche la saccharina puede sustituir hasta el 60 % de los cereales (Stuart, 2002).

Bagazo de Manzana - FES

El proceso para obtener jugo de manzana genera alrededor del 20 % de residuos, el bagazo de manzana constituye una fuente rica de materia orgánica, diferentes estudios se han realizado empleando FES para obtener alimentos que se puedan emplear en animales. Sturza *et al.*, 1997 emplearon bagazo de manzana y *Rhizopus*, para el enriquecimiento proteico, obteniendo después de 36 horas de fermentación 11 g de proteína por cada 100 g de bagazo seco.

El empleo de una mezcla de bagazo de manzana, adicionado con urea y sulfato de amonio sometido a FES da como resultado hasta un 24.4 % de proteína verdadera en base seca y hasta un 20 % de PC (Becerra, 2006; Díaz, 2006). Rodríguez *et al.*, 2010 denominaron al producto final de este proceso “manzarina”, este ingrediente se ha empleado en la alimentación de diversas especies animales, se encontró que puede sustituir parte de los ingredientes en dietas de vacas productoras de leche, con incrementos en la producción láctea (Gutiérrez, 2007), de igual forma en otro estudio se encontró preferencia por los quesos que se produjeron con leche de bovinos alimentados con manzarina (Gutiérrez *et al.*, 2011), en bovinos de engorda se encontró un mejor comportamiento de los animales alimentados con manzarina (Rodríguez *et al.*, 2010), en ovinos se logró una ganancia promedio de 328 g por día empleando una dieta que incluía manzarina (Hernández, 2008).

Conclusión

La fermentación en estado sólido tiene un gran potencial para ser empleada, principalmente en sustratos de bajo costo, para producir moléculas o productos con valor agregado. Por lo que se puede decir que esta es la técnica perfecta para dar valor agregado a los subproductos agroindustriales, debido a que elimina o reduce compuestos tóxicos, ayuda a la deslignificación, aumenta el contenido proteico de los subproductos notablemente y mejora la vida de anaquel o conservación, lo cual otorga características para que los productos finales de este proceso sean empleados en la alimentación animal, sin embargo existen varios aspectos que se deben perfeccionar para poder realizar el proceso de manera comercial con facilidades tecno-económicas a gran escala, no obstante esta previsto que en un futuro cercano se contará con la tecnología específica para disminuir las variaciones y facilitar proceso.

Literatura Citada

- Aidoo, K. E., Hendry, R., Wood, B. J. B. Solid substrate fermentations. 1982. *Adv Appl Microbiol.* 28:201-237.
- Barrios-González, J. 2012. Solid-state fermentation: Physiology of solid médium, its molecular basis and applications. *Process Biochem.* 47:175-185.
- Becerra, B., A. 2006. Aprovechamiento de subproductos de manzana mediante la producción de proteína microbiana con fermentación en estado sólido para la alimentación animal. Disertación doctoral. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.
- Bellon-Maurel, V., Orliac, O. and Christen, P. 2003. Sensors and measurements in solid state fermentation: a review. *Process Biochem.* 38:881-896.
- Díaz, P., D. 2006. Producción de proteína microbial a partir de manzana de desecho adicionado con urea y pasta de soya. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.
- Dorta, B., A. Bosch, I. Arcas and R. Ertola. 1994. Water balance in solid state fermentation without forced aeration. *Enzyme Microb Technol.* 16: 562-565.
- Dunand, A., Renaud, R., Maratray, J. Almanza, S. and Diez, M. 1996. INRA-Dijon reactors for solid state fermentation: designs and applications. *J. Sci Ind Res.* 55 (3): 317-332.
- Durand, A., Renaud, R., Almanza, S., Maratray, J., Diez, M. and Desgrangers C. 1993. Solid state fermentation reactors: from lab scale to pilot plant. *Biotechnol Adv.* 11:591-597.
- Eun, J.S., K.A. Beauchemin, S.H. Hong and M.W. Bauer. 2006. Exogenous enzymes added to untreated or ammoniated rice straw: effects on in vitro fermentation characteristics and degradability. *Anim Feed Sci Technol.* 131: 87-102.
- Fan, L., A. Pandey, C.R. Soccol. 2001. *Flammulina velutipes* on coffee husk and coffee spent-ground. *Braz. Arch Biol Technol.* 44: 205-212.
- Galati, R.L., J.M.B. Ezequiel, O.G.C. Silva, V.C. Santos, N.A. Fontes and J.P. Barbosa. 2004. Co-produtos do milho e soja para bovinos de corte. Digestibilidades parciais e total. In: ZOOTEC. Faculdades Upis, Brasília. Brasil.
- Graminha, E. B. N., A. Z. L. Goncalves, R. D. P. B. Pirota, M. A. A. Balsalobre, R. Da Silva and E. Gomes. 2008. Enzyme production by solid-state fermentation: Application to animal nutrition. *Anim Feed Sci Technol.* 144: 1-22.
- Gutiérrez, P., F.J. 2007. Efecto de la manzarina sobre los componentes fisicoquímicos y producción de leche. Tesis de maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.
- Gutiérrez-Piña, F.J., C.A. Amaya-Guerra, C. Rodríguez-Muela, H. Gutiérrez-Bañuelos, A. Muro-Reyes, C.A. Medina-Flores and J.G. Báez-González. 2011. Quality and Yield of Chihuahua Cheese Produced from Dairy Cattle Supplemented with Enriched Apple Byproduct. *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 10 (7): 818-820.
- Hardin, M. T., T. Howes and D. A. Mitchell. 2001. Residence time distributions of gas flowing through rotating drum bioreactors, *Biotechnol Bioeng.* 74: 145-153.
- Hernández, G. C. 2008. Cinética de fermentación *in vitro*, comportamiento productivo y características de la canal de ovinos engordados con y sin manzarina. Tesis de maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.
- Hernández, G. C., H. E. Rodríguez-Ramírez, C. Rodríguez-Muela, A. Flores- Mariñelarena y C. Arzola-Álvarez. 2007. Temperature, dry matter, pH, yeast count and protein behavior on the solid state fermentation of Apple pomace. *J. Anim. Sci.* Vol. 85. Suppl. 1. p. 285.
- Hoogschagen, M., Zhu, Y., Van As, H., Tramper, J. and Rinzema, A. 2001. Influence of wheat type and pretreatment on fungal growth in solid-state fermentation, *Biotechnol. Lett.* 23 (14): 1183-1187.
- Laukevics, II., Apsite, A. F., Viesturs, U. E. and Tengerdy, R. P. 1984. Solid state fermentation of wheat straw to fungal protein. *Biotech Bioeng.* 26:1465-1474.
- Marsh, A. J., D. A. Mitchell, D. M. Stuart, T. Howes. 1998. O₂ uptake during solid-state fermentation in a rotating drum bioreactor. *Biotechnol Lett.* 20: 607-611.
- Mitchell D. A. and Lonsane B. K. 1992. Definition, characteristics and potential. In Doelle DH, Mitchell DA, Rolz CE, editors. *Solid substrate cultivation.* London: Elsevier Science 1-16.

- Mitchell, D. A., A. Pandey, P. Sangsurasak and N. Krieger. 2000. Scale-up strategies for packed-bed bioreactors for solid-state fermentation. *Process Biochem.* 35 (1–2): 167–178.
- Pajan, H., Pérez-Correa, R., Solar, I. and Agosin, E. 1997. Multivariable model predictive control of a solid substrate pilot bioreactor: a simulation study. In: Wise D. L., editors. *Global environmental biotechnology*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Pub. p 221-232.
- Pandey, A. 1992. Recent process developments in solid-state fermentation. *Process Biochem.* 27(2):109-117.
- Pandey, A. 2003. Solid-state fermentation. *Biochemical Engineering Journal.* 13: 81-84.
- Pandey, A., Soccol, C. R., Mitchell, D. A. 2000. New developments in solid-state fermentation. I. Bioprocesses and products. *Process Biochem.* 35 (10):1153-1169.
- Reyes, J., R. García-López, J. Capdevila, P. Ponce, A. Elías y D. Mora. 1993. Utilización de pienso de sacarina en vacas en pastoreo. *Rev. Cubana Ciencias Agrícolas.* 27: 261.
- Robinson, T. and Nigam, P. 2003. Bioreactor design for protein enrichment of agricultural residues by solid state fermentation. *Biochem Eng J.* 13: 197–203.
- Rodríguez-Muela, C., A. Becerra-Bernal, H. E. Rodríguez-Ramírez, D. Díaz-Plascencia, C. Hernández-Gómez, F. J. Gutiérrez-Piña, M. A. Gallegos-Acevedo, S. Romero-Villalobos y F. Lucero-Acosta. 2010. Valor nutricional de la *manzarina* para la alimentación animal. *Tecnociencia Chihuahua.* 4 (3): 164-169.
- Singhania, R. R., Patel A. K., Soccol C. R., Pandeya A. 2009. Recent advances in solid-state fermentation. *Biochemical Engineering Journal.* 44:13-18.
- Stuart, R. J. 2002. La experiencia cubana en la utilización de la proteína vegetal unicelular y en el mejoramiento proteico de los residuos agroindustriales. *Memorias del Seminario Taller Internacional: Manejo de la proteína en la Producción de Ganado Bovino.* 23 - 30 septiembre. La Habana, Cuba.
- Sturza, R.C.M., C.R. Soccol, B. Marin, R.J.S. Freitas, D. Kubiski and V. Flores. 1997. Protein enrichment of apple pomace by solid state fermentation, in: *Advances in Solid-State Fermentation—up-gradation of agro-industrial products/wastes*, Kluwer Academic Publishers, London. p. 257–271.
- Viniegra-González G. 1997. Solid State fermentation: definition, characteristics, limitations and monitoring. In: Roussos S, Lonsane BK, Raimbault M, Viniegra-González G, editos. *Advances in solid state fermentation*. Dordrecht. The Netherlands: Kluwer Academic. 23-27.
- Yang, X., H. Chen, H. Gao and Z. Li. 2001. Bioconversion of corn straw by coupling ensiling and solid-state fermentation. *Bioresour Technol.* 78: 277–280.

EL USO DE β -AGONISTAS EN RUMIANTES MENORES

Marco Antonio López Carlos

Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Autónoma de Zacatecas

Introducción

La producción de alimentos suficientes en cantidad y calidad para la creciente población, constituye uno de los grandes retos a los que se enfrenta actualmente la humanidad. En el ámbito pecuario, la producción de carne enfrenta importantes desafíos marcados por las sequías recurrentes, los altos precios de los insumos, los cambios en el gusto del consumidor hacia productos más saludables, etc. Por lo que es evidente la apremiante necesidad de incorporar las innovaciones tecnológicas que promuevan un aprovechamiento sustentable de los recursos y una mayor eficiencia en los sistemas de producción.

En este sentido, el sector ganadero y la industria de la carne, buscan constantemente alternativas para promover un crecimiento rápido y eficiente del ganado, acompañado por una mejora en las características de la canal. Una manera de conseguir lo anterior, es mediante el uso de "promotores de crecimiento" o "modificadores del metabolismo", los cuales actúan alterando el metabolismo de los animales y la utilización de los nutrientes consumidos. Los modificadores del metabolismo actúan de diferentes maneras, mejorando la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia con o sin cambios en el consumo de alimento, mientras que otros influyen en la síntesis y depósito de proteínas o la síntesis de lípidos, con o sin cambio en la ingesta.

También conocidos como fenetanolaminas, los agonistas β -adrenérgicos (A β A) son compuestos químicos que al igual que la epinefrina y norepinefrina estimulan los receptores adrenérgicos β del sistema nervioso autónomo. Estos compuestos se han utilizado como promotores del crecimiento en diferentes especies de animales domésticos por su efecto en el reparto de nutrientes, ya que incrementan la masa muscular y reducen el tejido adiposo en los animales, mejorando así su desempeño productivo y reduciendo costos de producción (NRC, 1994; Moody et al., 2000; Sillence, 2004).

Los A β A difieren en potencia, ya que las células y los tejidos varían en la expresión del tipo de receptores β -adrenérgicos que poseen, y como consecuencia, sus efectos se asocian con la dosis y duración del tratamiento, el tipo de A β A y la especie a la que se administra (Mersmann, 1995). Existe una variedad de compuestos A β A entre los que podemos mencionar al clenbuterol, salbutamol, terbutalina, cimaterol, metaproterenol, fenoterol, zilpaterol y ractopamina. De estos, el clorhidrato de zilpaterol (ZIL) y el clorhidrato de ractopamina (RAC) son los únicos compuestos agonistas β -adrenérgicos de uso permitido en México, Estados Unidos y Sudáfrica para su utilización como aditivos en la alimentación del ganado bovino y porcino. Sin embargo, aunque aún no está permitida su utilización en rumiantes menores, investigaciones recientes han demostrado el potencial que tienen estos compuestos para estimular el crecimiento y la eficiencia productiva, además de modificar las características de la canal, con las consecuentes ventajas en la producción de carne de ovino y caprino.

Efectos sobre el crecimiento

Moody et al. (2000) sustentan que al administrar A β A en la dieta, es de esperarse una mejoría en la ganancia diaria de peso (GDP) y la eficiencia alimenticia (EA), aunque las variaciones en la respuesta a la administración de A β A son comunes a través de los reportes en la literatura. Se han reportado incrementos en la GDP, EA y el peso vivo (PV) en ovinos suplementados con RH (Robles-Estrada et al., 2009) y ZH (Salinas-Chavira et al., 2004; Estrada-Angulo et al., 2008; López-Carlos et al., 2010) observaron un incremento lineal sobre la ganancia de peso total y la GDP ($P < 0.10$) al incrementarse la dosis de RAC (0.35, 0.70 y 1.05 mg·kg⁻¹ de PV·d⁻¹) o ZIL (0.10, 0.20 y 0.30 mg·kg⁻¹ de PV·d⁻¹) en la dieta. En este mismo estudio, la adición de RAC y ZIL en la dieta, mejoró la GDP en un 10.3 % y el peso corporal final en un 3.5 %, e incrementó el peso total al final de la prueba de 7.1 y 6.9 % con RAC y ZIL respectivamente.

Por el contrario, Félix et al. (2005) y Aguilera Soto et al. (2008) no encontraron influencia alguna del ZIL sobre el crecimiento de ovinos, mientras que Robles-Estrada et al. (2009) obtuvieron una mejor respuesta en el crecimiento de corderos tratados con ZIL que en los corderos tratados con RAC. El motivo de las inconsistencias entre estudios podría deberse a cambios directos (en los propios tejidos) e indirectos (a nivel endocrino), asociados al metabolismo de la grasa y del músculo (Beermann, 2002; Mersmann, 1995). Sin embargo demuestran el potencial de uso, principalmente del ZIL en ovinos de engorda.

Efectos en el tejido muscular y adiposo

Los músculos constituyen un tejido dinámico, por lo que la ganancia de masa muscular puede ser explicada por un incremento en la síntesis proteica y/o por una disminución en la proteólisis (Bell et al., 1988). En general los A β A estimulan la deposición de proteína muscular (Mersmann, 1998). Sin embargo, el mecanismo de acción en este sentido presenta resultados controversiales, ya que mientras algunos investigadores reportan la observación de ambos mecanismos sobre el tejido músculo esquelético (Adeola et al., 1992; Kim y Sainz, 1992), otros lo atribuyen principalmente a un incremento en la síntesis de proteína celular total (Anderson et al. 1990) o a la reducción de la proteólisis (Kretchmar et al., 1989; Dawson et al., 1991).

En el adipocito, los A β A poseen un doble efecto, ya que de manera aguda incrementan la lipólisis (Fain y Garcia-Sainz, 1983) y reducen la lipogénesis en tratamientos crónicos (O'Connor et al., 1991). La importancia relativa de ambos mecanismos en la reducción de la grasa no ha sido del todo definida ya que es difícil de medir las tasas de lipogénesis in vivo. Un tercer mecanismo reductor de grasa ha sido reportado por Page et al. (2004), quienes observaron un incremento en la apoptosis del tejido adiposo en ratas que recibieron clenbuterol y ractopamina por 21 días.

Se ha reportado un incremento elevado en la musculatura y un reducido contenido de grasa en la canal de corderos a los que se administraron los A β A clenbuterol (Baker et al., 1984), cimaterol (Rikhardsson et al., 1991) y L644-969 (Shackelford et al., 1992). Además, otros compuestos β 2 selectivos como cimaterol (Rikhardsson et al., 1991), L644-969 (Li et al., 2000) o metaproterenol (Norouzi et al., 2008) han mejorado algunas características de la canal en ovinos.

Al utilizar RAC en ovinos de engorda, Robles-Estrada et al. (2009) no observaron mejoría en ninguna de las características de la canal. Por su parte Félix et al. (2005) encontraron que las características de la canal de corderos no se vieron afectados por el tratamiento con ZIL (en dosis de 4.5 o 6.7 mg/kg-1 MS) durante 56 d. Además, Aguilera Soto et al. (2008), administró ZIL en corderos Rambouillet y obtuvo una mayor pérdida por enfriamiento en comparación al grupo testigo, pero no observó efectos sobre el peso o rendimiento de la canal. Por su parte, Estrada-Angulo et al. (2008) no encontró efectos para el peso de la canal o área del músculo longissimus (ML), pero observó un incremento lineal en el rendimiento de la canal al aumentar la dosis de ZIL (0.15, 0.20 y 0.25 mg·kg de PV-1 d-1) en la dieta.

En estudios en los que se compararon los dos A β A (ZIL vs. RAC) disponibles comercialmente en México, la evidencia sugiere que el ZIL provoca mayores efectos sobre la musculatura. Robles-Estrada *et al.* (2009) reportaron una mayor respuesta en el crecimiento de corderos tratados con ZH que en la de corderos

tratados con RH Por su parte López-Carlos et al (2010) reportan un incremento ($P < 0.01$) en el rendimiento y la conformación al utilizar ambos compuestos A β A (RAC y ZIL) en comparación con el control, con un aumento promedio de 5.1 y 8.2% en el área transversal del ML, de 13.8 y 28.2% en la conformación de la canal, y 25.5 y 38.3% en la clasificación de la canal para RAC y ZIL respectivamente. Al respecto, Moody *et al.* (2000), menciona que la respuesta a los A β A depende de la especificidad de un compuesto en particular por ciertos receptores adrenérgicos, siendo más eficaces los compuestos selectivos por receptores de tipo β_2 como el ZIL que los compuestos selectivos receptores β_1 como la RAC.

Efecto en las características del músculo

En ganado bovino no se han reportado cambios importantes en la capacidad de retención de agua (CRA), el pH o el color del músculo al suplementar RAC y ZIL en la dieta (Fiems et al., 1990; Avendaño-Reyes et al., 2006). En ganado ovino, López-Carlos et al. (2012) no encontraron cambios en la CRA, la pérdida por goteo, la pérdida por cocción ni el pH de la carne de corderos de engorda suplementados con RAC o ZIL. Sin embargo, el contenido de grasa del ML se redujo ($P < 0.05$) en los corderos suplementados con RH y ZH en comparación con los corderos del tratamiento Testigo, y se incrementaron el diámetro y el área de las fibras musculares en un 17.3 % y en un 36.6 % respectivamente, en las muestras de ML de los corderos tratados ZIL en comparación con las fibras musculares de los corderos Testigo.

La hipertrofia muscular es un resultado consistente al suplementar A β A en la dieta de los animales domésticos (Beermann, 2002). Varios autores han reportado incrementos en el área de las fibras musculares de ovinos suplementados con cimaterol (Kim et al., 1989) y L-644,969 (Koohmaraie et al., 1996), y de bovinos de engorda suplementados con RAC y ZIL (Strydom et al., 2009).

Pérdida de la respuesta o desensibilización

La capacidad de los A β A para inducir una disminución en el tejido adiposo y al mismo tiempo un aumento en el músculo esquelético es un atributo muy útil para la producción animal. Sin embargo, los cambios en el tejido muscular y adiposo son transitorios, ya que la respuesta aumenta rápidamente al inicio de la suplementación con A β A hasta que se alcanza una respuesta máxima, para después disminuir de manera lineal, efecto conocido como desensibilización (Mersmann, 1998; Moody et al., 2000). De acuerdo con Mills (2002), la desensibilización se define como la atenuación de la respuesta a pesar de la continua presencia del estímulo, lo cual está asociado a la regulación a la baja (down-regulation) o disminución en el número total de receptores β -adrenérgicos lo cual ocurre durante la exposición crónica a los A β A.

En corderos de engorda, Aguilera-Soto et al. (2008) y Pringle et al. (1993) reportaron una mejoría significativa ($P < 0.05$) en la GDP durante las primeras 2 semanas después de la administración de ZH (6 ppm) y L644,969 (4 ppm), respectivamente, con ausencia en la respuesta en las semanas posteriores. Por su parte Kim et al. (1989) encontraron un incremento significativo ($P < 0.05$) en la ganancia de peso total con una mejor eficiencia alimenticia en las primeras semanas al adicionar 10 ppm de cimaterol a la dieta de corderos de engorda.

Una manera de lidiar con la desensibilización con resultados prometedores es la modificación de la dosis de A β A durante el periodo de finalización. Trapp et al. (2002), See et al., (2004) y Canchi et al., (2010) demostraron que en ganado porcino un régimen de alimentación en aumento gradual produce un mejoramiento en el crecimiento en comparación con la administración de dosis constantes. En ovinos, López-Carlos (2012) probó tres programas de administración con RAC y ZIL durante los últimos 30 días previos al sacrificio, encontrando que al administrar dosis crecientes de RAC (10, 20 y 30 ppm en la dieta) y ZIL (3, 6 y 9 ppm en la dieta) cada 10 días, mejoró ($P < 0.05$) la EA y la ganancia diaria de peso en un 25 a 28 % durante los últimos 10 días, periodo en el que se esperaba la menor respuesta. Además, se incrementó el área transversal del ML en 11 y 5 % para RAC y ZIL en dosis crecientes en comparación con la administración en dosis constante.

Usos en caprinos

En la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas se está estudiando la posibilidad de mejorar el crecimiento de machos caprinos castrados post-destete al

administrar ZIL en la dieta (datos sin publicar). Los resultados preliminares muestran una respuesta lineal ($P < 0.01$) en la ganancia de peso diaria de 104, 132, 170 y 175 g/d al utilizar dosis de ZIL de 0.0 0.1, 0.2 y 0.3 mg·kg⁻¹ de PV·d⁻¹ y rendimientos de hasta 6% en canal.

Conclusiones

Si bien el clenbuterol ha recibido mucha atención por su uso ilegal en animales de abasto, no todos los A β A son tan potentes ni perjudiciales como el clenbuterol. La administración de A β A disponibles en México como la RAC y el ZIL poseen el potencial de ser utilizados como modificadores del metabolismo para mejorar las características de crecimiento y de la canal en rumiantes menores para el abasto sin afectar las características del músculo. Sin embargo, el aumento en el diámetro de las fibras musculares podría tener un posible efecto negativo en la blandura de la carne.

Literatura Citada

- Adeola, O., Ball, R.O. y Young, L.G. 1992. Porcine skeletal muscle myofibrillar protein synthesis is stimulated by ractopamine. *J. Nutr.* 122, 488-495.
- Aguilera-Soto, J.I., Ramirez, R.G., Arechiga, C.F., Mendez-Llorente, F., Lopez-Carlos, M.A., Silva-Ramos, J.M., Rincon-Delgado, R.M. y Duran-Roldan, F.M., 2008. Zilpaterol hydrochloride on performance and sperm quality of lambs fed wet brewers grains. *J. Appl. Anim. Res.* 34, 17-21.
- Anderson, D. B., E. L. Veenhuizen, W. P. Waitt, R. E. Paxton, y D. H. Mowrey. 1987. Effect of ractopamine on nitrogen retention, growth performance and carcass composition of finisher pigs. *J Anim Sci.* 66 (Suplemento.1):130.
- Beermann, D.H., 2002. Beta-Adrenergic receptor agonist modulation of skeletal muscle growth. *J. Anim. Sci.* 80, E18-E23.
- Bell, A.W., Bauman D.E., Beermann D.H. y Harrell R.J. 1998. Nutrition, Development and Efficacy of Growth Modifiers in Livestock Species. *J. Nutr.* 128: 360–363.
- Canchi, D.R., Li, N., Foster, K.A., Preckel, P.V., Schinckel, A.P., y Richert, B. 2010. Optimal control of desensitizing inputs: The case of paylean. *Am. J. Agr. Econ.* 92, 56-69.
- Dawson, J.M., Buttery, P.J., Lammiman, M.J., Soar, J.B., Essex, C.P., Gill, M., Beever, D.E. 1991. Nutritional and endocrinological manipulation of lean deposition in forage-fed steers. *Br. J. Nutr.* 66, 171-185.
- Estrada-Angulo, A., Barreras-Serrano, A., Contreras, G., Obregon, J.F., Robles-Estrada, J.C., Plascencia, A., y Zinn, R.A. 2008. Influence of zilpaterol clorhydrate supplementation on growth performance and carcass characteristics of feedlot lambs. *Small Rumin. Res.* 80, 107-110.
- Fain, J.N., y J.A. Garcia-Sainz. 1983. Adrenergic regulation of adipocyte metabolism. *J. Lipid Res.* 24, 945-966.
- Felix, A., Estrada-Angulo, A., Rios, F.G., Ramos, C.H. y Perez, A.B., 2005. Effect of Zilpaterol clorhidrate on growth performance and carcass traits in finishing sheep. *J. Anim. Sci.* 83 (Suppl. 1), 63 (abstract).
- Fiems, L.O., Boucque, C.V., Cottyn, B.G., 1993. Effect of duration of a beta-agonist treatment on growth, feed intake and carcass characteristics in finishing bulls. *Arch Tierernahr.* 45, 101–109.
- Kim, Y.S., Lee, Y.B., Garrett, W.N., Dalrymple, R.H., 1989. Effects of cimaterol on nitrogen retention and energy utilization in lambs. *J. Anim. Sci.* 67, 674–681.
- Kim, Y.S., y Sainz, R.D. 1992. β -adrenergic agonists and hypertrophy of skeletal muscles. *Life Sci.* 50, 397-407.
- Koohmaraie, M., Shackelford, S.D., Muggli-Cockett, N.E., Stone, R.T. 1991. Effect of the β -adrenergic agonist L844,969 on muscle growth, endogenous proteinase activities, and postmortem proteolysis in wether lambs. *J. Anim. Sci.* 69, 4823-4835.
- Kretchmar, D.H., Hathaway, M.R., Epley, R.J., Dayton, W.R. 1989. In vivo effect of a β -adrenergic agonist on activity of calcium-dependent proteinases their specific inhibitor, and cathepsins B and H in skeletal muscle. *Arch. Biochem. Biophys.* 275, 228-239.
- Li, Y.Z., Christopherson, R.J., Li, B.T., Moibi, J.A., 2000. Effects of a beta-adrenergic agonist (L-644969) on performance and carcass traits of growing lambs in a cold environment. *Can. J. Anim. Sci.* 80, 459–465.

- López-Carlos, M. A., R. G. Ramírez, J. I. Aguilera-Soto, C. F. Aréchiga, F. Méndez-Llorente, H. Rodríguez, and J. M. Silva. 2010. Effect of ractopamine hydrochloride and zilpaterol hydrochloride on growth, diet digestibility, intake and carcass characteristics of feedlot lambs. *Livest. Sci.* 131:23–30.
- López-Carlos, M. A., R. G. Ramírez, J. I. Aguilera-Soto, H. Rodríguez, C. F. Aréchiga, F. Méndez-Llorente, J. J. Chavez, C. A. Medina, y J. M. Silva. 2012. Effect of the administration program of two beta-adrenergic agonists on growth performance, carcass, and meat characteristics of feedlot lambs. *Journal of Animal Science.* 90:1521-1531.
- Mersmann, H.J. 1995. Species variation in mechanisms for modulation of growth by beta-adrenergic receptors. *J. Nutr.* 125, 1777-1782.
- Mersmann, H.J. 1998. Overview of the effects of β -adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. *J. Anim. Sci.* 761, 160-172.
- Mersmann, H.J., 1998. Overview of the effects of beta-adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. *J. Anim. Sci.* 76, 160–172.
- Moody, D.E., Hancock, D.L., Anderson, D.B. 2000. Phenethanolamine repartitioning agents. Páginas 65-95, en: D’Mello, J.P.F., *Farm Animal Metabolism and Nutrition.* CAB International, NY, USA.
- Nourozi, M., Abazari, M., Raisianzadeh, M., Mohammadi, M., ZareShahne, A., 2008. Effect of terbutaline and metaproterenol (two beta-adrenergic agonists) on performance and carcass composition of culled Moghani ewes. *Small Rumin. Res.* 74, 72–77.
- NRC. 1994. National Research Council - Board on Agriculture. *Metabolic Modifiers: Effects on the Nutrient Requirements of Food Producing Animals.* National Academy Press. Washington, D.C., EUA.
- O’Connor, R.M., Butler, W.R., Finnerty, K.D., Hogue, D.E., Beermann, D.H. 1991. Acute and chronic hormone and metabolite changes in lambs fed the beta-agonist, cimaterol. *Dom. Anim. Endoc.* 8, 537-548.
- Page, K.A., Hartzell, D.L., Li, C., Westby, A.L., Della-Fera, M.A., Azain, M.J., Pringle, T.D., Baile, C.A. 2004. Beta-adrenergic receptor agonists increase apoptosis of adipose tissue in mice. *Dom Anim Endoc.* 26, 23-31.
- Rikhardsson, G., Johnson, K.A., Johnson, D.E., 1991. Effects of cimaterol on energetics and carcass characteristics of Suffolk ewe lambs. *J. Anim. Sci.* 69, 396–404.
- Robles-Estrada, J.C., Barreras-Serrano, A., Contreras, G., Estrada-Angulo, A., Obregón, J.F., Plascencia, A., Ríos, F.G. 2009. Effect of two β -adrenergic agonists on finishing performance and carcass characteristics in lambs fed all-concentrate diets. *J. Appl. Anim. Res.* 36, 33-36.
- Salinas-Chavira, J., Ramirez, R.G., Dominguez-Muñoz, M., Palomo-Cruz, R., López-Acuña, V.H. 2004. Influence of zilpaterol hydrochloride on growth and carcass characteristics of Pelibuey lambs. *J. Appl. Anim. Res.* 26, 13-16.
- See, M.T., Armstrong, T.A., Weldon, W.C. 2004. Effect of a ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 82, 2474-2480.
- Shackelford, S.D., Edwards, J.W., Smarr, E.K., Savell, J.W., 1992. Retail cut yields of Rambouillet wether lambs fed the beta-adrenergic agonist L644,969. *J. Anim. Sci.* 70, 161–168.
- Sillence, M.N. 2004. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock. *Vet. J.* 167, 217-218.
- Strydom, P.E., Frylinck, L., Montgomery, J.L., Smith, M.F., 2009. The comparison of three β -agonists for growth performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot cattle. *Meat Sci.* 81, 557–564.
- Trapp, S.A., Rice, F.P., Kelly, D.T., Bundy, A., Schinckel, A.P., Richert, B.T. 2002. Evaluation of four ractopamine use programs on pig growth and carcass characteristics. Disponible en <http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday02/10.pdf>. Accesado el 10 de agosto de 2012.

LA TRASLOCACION ROBERTSONIANA BOVINA Y SU REPERCUSSION EN LA REPRODUCCION EN EL ESTADO DE ZACATECAS

Braulio Lozano Carbajal, Rómulo Bañuelos Valenzuela, Federico de la Colina Flores y
Carlos Meza López

*Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Laboratorio de Citogenética, Histología e
Histopatología, Docentes investigadores de la Universidad Autónoma de Zacatecas*

Resumen

Se tomaron muestras de 668 bovinos de diferentes razas en el Estado de Zacatecas, para detectarse la prevalencia de la translocación Robertsoniana 1/29 (Rob; 1/29), la cual se ha descrito como una anomalía cromosómica ancestral. Se encontraron animales portadores con esta aberración en porcentajes variables, dependiendo del manejo reproductivo y las razas. A los bovinos se les extrajeron 7ml de sangre en tubos vacutainer heparinizados, se trasladaron al laboratorio para realizar técnica convencional de citogenética, hasta la observación y cuantificación, de las diferentes muestras. Se encontró una prevalencia de rob 1/29 con un porcentaje de 5.98. Esta traslocación rob se presenta de tipo heterocigótica lo que nos indica que solo uno de los progenitores es portador de la traslocación debido a su efecto negativo sobre la fertilidad, por el aumento de las muertes de embriones; debiera implementarse como una técnica de rutina el análisis citogenético como en muchos países a modo de política para su erradicación. Se concluye que la traslocación Robertsoniana 1/29 se encuentra presente en bovinos del estado de Zacatecas con una prevalencia general de 5.98%; sin embargo si se consideran las razas, la más afectada es la Suiza Americana y ganado cruzado en explotaciones extensivas.

Palabras clave: Bovino traslocación robertsoniana 1/29 aberración cromosómica

Introducción

(Rob 1/29) en bovinos no produce desequilibrio genético que conlleve a la presentación de anomalías fenotípicas en los animales portadores, los efectos se hacen evidentes por variaciones en los parámetros reproductivos de animales heterocigotos en relación con los ejemplares normales debido a la producción de gametos desbalanceados (Sánchez *et al.*, 2006) Entre los parámetros reproductivos alterados se encuentran: disminución de la tasa de concepción, aumento del número de servicios por concepción, incremento del intervalo entre partos, aumento de los días a la primera concepción y mortalidad embrionaria (Direndah y Gustavsson, 1979; Maurer y Vogt 1988). La Rob 1/29 se ha descrito como una anomalía cromosómica ancestral y más ampliamente estudiada en bovinos (Gustavsson, 1984); se asume que la única posibilidad de obtener un animal portador de la Rob 1/29 sería por cruzamiento con un portador, pero si ambos reproductores portan la anomalía se origine un portador en condición homocigótica.

El propósito de este trabajo fue identificar la prevalencia de la translocación Rob 1/29 en bovinos de distintas razas, bajo distintos sistemas de producción, manejo reproductivo así como con monta natural y la inseminación artificial en el Estado de Zacatecas.

Materiales y Métodos

Se tomaron 668 muestras sanguíneas de bovinos, de la vena yugular o la anocaudal en tubos vacutainer heparinizados la cantidad de 7 ml por animal de las diferentes razas Holstein, Suizo Americano, Suizo Europeo, Simmentaln, Limisin, *bos taurus* X *bos indicus*. En diferentes municipios del estado de Zacatecas México. En el laboratorio se sembraron 0.5 ml de sangre de cada uno, en 3.0 ml de medio de cultivo McCoy 5 A Mod. Con L-Glutamina y NaHCO₃ (Laboratorio Microlab SA de CV); previamente se le agregaron 5 gotas de penicilina en el frasco de 100 ml de medio de cultivo McCoy. Al tubo de cultivo con 4.0 ml de McCoy y la muestra se le agregaron 0.2 ml de fitohemaglutinina, se colocaron en la estufa a 38° C por 72 horas, una hora antes se agregó 1.0 ml de colchicina (4mcg/mL en PBS); por 2 horas; pasado este tiempo se centrifugaron a 3000 rpm. Se decanto y se agregó 6 ml de KCL a 0.075 M (solución hipotónica), por un tiempo de 30 minutos, se volvió a centrifugar y decantar se procedió a fijar en una solución de Carnoy metanol-ácido acético; en relación 3:1 al mismo tiempo se agito el tubo con la muestra vigorosamente. Se realizaron 3 lavadas con la misma solución centrifugando y decantando (Jiménez, 2000). Se procedió a elaborar 3 laminillas de cada muestra por goteo. Posteriormente se tiñeron con Giemsa durante 30 minutos, y se montaron con resina. Finalmente, un cubre-objeto sobre la muestra montada para observarla al microscopio con 10X y 100X. Se cuantificaron y analizaron los cromosomas metafísicos, así también se obtuvieron las fotografías para realizar los cario gramas correspondientes a cada animal, y así llevar a cabo el análisis e identificación de las traslocaciones Rob y elaborar los cario gramas.

Resultados y Discusión

De los 668 animales muestreados de las diferentes razas se encontró lo siguiente: como se muestra en la (cuadro 1). La t rob 1;29 es de distribución mundial y afecta prácticamente todas las razas de ganado vacuno y es causante de una baja fertilidad (Popescu y Pech 1991), además de otros autores, en el presente trabajo se observo esta aberración en mayor proporción en animales jóvenes que en animales adultos; debido a que en los adultos sobre todo las hembras son eliminadas del segundo al tercer servicio o al 2-3^{er} año de cubrición en monta natural, si no quedan gestantes, lo cual no es redituable en la producción, porque se dejan de obtener litros de leche o kg de carne y becerras para la reposición.

En países como Estados Unidos, Francia, Canadá, y otros países realizan prácticas de manera rutinaria, la selección de sementales y hembras reproductoras entre otras prácticas es el análisis de cariotipos y en países como el nuestro, esto se hace a través de la

observación de ascendencia y descendencia, lo cual conlleva varios años y se eliminan sementales de baja fertilidad tardíamente, cuando se ha dejado de producir becerras para abasto y para pie de cría.

Cuadro 1: Relación de No. de animales por razas y los resultados obtenidos de libre de traslocación Rob y traslocación Rob en porcentaje

Relación de No. de animales por razas y los resultados obtenidos		
Raza	No. de animales	Resultados
Simmentaln	9	Libre de traslocación Rob
Limousin	9	Libre de traslocación Rob
Holstein	286	Libre de traslocación Rob
Suizo Americano	136	t rob 1;29 = 11%
<i>bos taurus X bos indicus</i>	25	Libre de traslocación Rob
Suizo Europeo	65	Libre de traslocación Rob
Cruza de criollo con	138	t rob 1;29 = 20%
Holstein		
Charolais		
Cebú		
Simmentaln		
Simmentaln		
Limousin		
Beefmaster		
Total	668	

El ganado Suizo Americano fue una de las razas con un porcentaje superior a lo esperado en otras razas, como se indica en el cuadro 1 el porcentaje t rob 1; 29 fue de 11% coincide con lo reportado por Blazak y Eldridge en 1977, los cuales reportan 10.37%, en Estados Unidos de Norteamérica mientras que Eldridge y cols; en el año del 1984, reporto 7.14% de t rob1;29. Además de coincidir con la disminución de los índices de fertilidad de las vacas normales y las que presentan la función céntrica, como se muestra en el cuadro 2

Cuadro 2 Promedio de servicios en las vacas Suizo americano normales y con la t rob 1; 29

Promedio de servicios en las vacas Suizo americano normales y con la traslocación robertsoniana 1;29		
Normales	t rob 1;29	Totales
49	6	55
1.92±1.4	3.2±1	No. Servicios por concepción

Lozano y cols 1993

La repercusión en la reproducción se da por alto muerte embrionaria durante los primeros 5 días de desarrollo, lo cual está ampliamente comprobado, que sucede por monosomía, o trisomía de los cromosomas 1 o 29, algunos trisómicos continúan su desarrollo, hasta el primer trimestre y son abortados; tal vez porque de momento tienen el suficiente material genético y posteriormente el cromosoma de más interfiere en el desarrollo. También es posible que el sitio de fusión céntrica se pierda se pierda material genético necesario para la supervivencia intrauterina. Dentro de las razas lecheras es la Holstein la menos afectada, tal vez por la selección que se hace de los sementales para la inseminación artificial. La mayor incidencia en ganado en explotaciones extensivas es debida a la introducción de sementales

de varias razas o cruza que no han sido previamente seleccionados y al intercambio que se hace de sementales entre hatos

El cuadro 3 resume los resultados correspondientes a los casos estudiados para reconocer la presencia de la t rob 1;29 en cariotipos de bovinos jóvenes o adultos explotados bajo condiciones extensivas o intensivas. Cómo se puede observar sólo el 8.5% de los animales estudiados presentó la translocación, y todos ellos eran jóvenes explotados en condiciones extensivas. De hecho, el modelo logarítmico lineal saturado resultó estadísticamente significativo ($p < 0.001$).

Cuadro 3. Presencia de la t rob 1;29 en los animales de los dos grupos etarios explotados bajo dos tipos de sistema de producción.

	Sistema				Totales
	Extensivo		Intensivo		
	Translocación robertsoniana 1;29		Translocación robertsoniana 1;29		
Grupo etario	No	Sí	No	Sí	
Jóvenes	12	8	28	0	48
Adultos	19	0	27	0	46
Totales	31	8	55	0	94

Sin embargo, como lo muestra el cuadro 4, la proporción de animales jóvenes que presentaron la t no es despreciable. La diferencia entre jóvenes y adultos fue significativa ($p < 0.001$).

Cuadro 4. Proporción de la T rob 1;29 en los dos grupos etarios.

	Porcentajes		
	Translocaciones 1;29		Total
Grupo etario	No	Sí	
Joven	83.3	16.7	100.0
Adulto	100.0	0.0	100.0

Como lo muestra el cuadro 5, la proporción de animales explotados extensivamente que presentaron la t rob 1;29 no es despreciable. La diferencia entre el sistema extensivo e intensivo fue significativa ($p < 0.001$).

Cuadro 4. Proporción de la T.rob. 1/29 en los dos sistemas.

	Porcentajes		
	Translocaciones 1/29		Total
Sistema	No	Sí	
Extensivo	79.5	20.5	100.0
Intensivo	100.0	0.0	100.0

Conclusiones

La traslocación robertsoniana 1;29 existe en la población bovina del Estado de Zacatecas México.

Para determinar con más precisión la prevalencia en el Estado de Zacatecas, se requiere hacerlo por razas y en diferentes regiones del Estado, y llevar a cabo el análisis estadístico correspondiente.

Las razas más afectadas son la Suiza Americana y las cruza de varias razas de ganado *bos taurus* y *bos indicus* en explotaciones extensivas.

La t rob 1/29 fue de tipo heterocigótica

Literatura Citada

- Blazak W F; Eldridge F E 1977 A Robertsonian traslocation and its effect upon fertility in Brown Swiss
Cattle J. Dairy Sci 60, 1133-1142.
- Dyrendahl, I; Gustavsson I.1979 Sexual functions, semen characteristics and fertility of bulls carrying the
1/29 chromosome translocation. *Hereditas* 90:281-289,
- Eldridge F E Blazak W F 1975 A cromosomal aberration in Brown Swiss Cattle In: XVIIth Annu Meet
Am
Dairy Sci Assoc. Kansas State University, Manhatan, 22-25 Jun 1975 J. Dairy Sci 58, 756 (Abstr).
- Eldridge F E, Harris N B, Koenig J L F. 1984 Chromosomes of young al bulls. VIth Eur
Coll cytogenet
Domest Anim, Zurich, Suisse, July 16-20 , 59-67
- Gustavsson and Settergren 1984 Reciprocal chromosome translocation with transfer of centromeric
heterochromatin in the domestic pig karyotype *Hereditas* 100: 1-5
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010. Anuario Estadístico de Zacatecas,
México
- Gobierno del Estado de Zacatecas México.
- Jiménez RL. 2000. La citogenética en Medicina Veterinaria. Facultad de Medicina Veterinaria y
de Zootecnia. Departamento de ciencias fisiológicas. Laboratorio de Citogenética.
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.
- Maurer R R, Vogt DW. Decreased fertility in related females heterozygous for the 1/29
chromosome translocation. *Theriogenology* 30 (6):1149-1157, 1988
- Sánchez, CA1 , Jiménez, LM2, Bueno, ML3 2006 Translocación Robertsoniana (1;29) En Bovinos
Criollos Colombianos rev. med. vet. zoot. 53:75-85

MANEJO DEL AGOSTADERO CON CAPRINOS

Miguel Mellado Bosque

*Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Nutrición Animal,
Saltillo, Coah. E-mail: mmellbosq@yahoo.com*

Introducción

A pesar de que en México la explotación de las cabras en agostadero es una actividad que se ha llevado a cabo por siglos, el desarrollo tecnológico para estos sistemas de explotación extensiva ha sido muy limitado. Uno de los puntos en particular ignorados por la comunidad científica, es el desarrollo de planes de pastoreo para caprinos. De hecho, los métodos de pastoreo practicados actualmente por los caprinocultores del país, no difieren de aquellos utilizados durante la época de la Colonia. Quiere decir entonces que, en este momento, prácticamente ningún caprinocultor del País, en condiciones extensivas, pone en práctica algún programa de pastoreo con sus cabras. Para que un sistema de producción de caprinos en agostadero sea realmente sustentable, éste debe enfocarse no sólo a la conservación y mejoramiento de los recursos naturales (sustentabilidad ecológica), sino que debe contemplar las necesidades de las personas que dependen de la explotación de las cabras (sustentabilidad social) y la rentabilidad del sistema (sustentabilidad económica). Por lo tanto, un sistema de producción de cabras en agostadero que llene estos requisitos es aquel que proporciona proteínas de alta calidad para el consumo humano, que es rentable para el productor, que no causa deterioro del ambiente (no causa erosión del suelo, contaminación ambiental, impacto del ciclo hidrológico y del carbono, ni alteraciones en la biodiversidad (pérdida de especies animales o vegetales). es conveniente que el pastoreo no degrade el medio (erosión del suelo, empobrecimiento de pastos, simplificación de la estructura paisajística), ni interfiera con otros usos del mismo (producción agrícola, maderera, turismo). Todos estos condicionantes han propiciado que el pastoreo comunal de las cabras se desarrolle en áreas muy frágiles de ecosistemas áridos y semiáridos.

Existen pocas bases científicas para desarrollar planes de utilización de los recursos forrajeros del agostadero por las cabras, ya que la información existente sobre la utilización de la vegetación por estos animales, el impacto del pastoreo de las cabras sobre la vegetación, y la capacidad de sustentación de los agostaderos utilizados predominantemente por caprinos, es extremadamente escasa. Aunado a lo anterior, es común que en las comunidades ejidales existan varios hatos de cabras, todos ellos manejados en forma independiente, lo cual complica sobremanera cualquier intento de poner en marcha un plan de pastoreo de las cabras. A pesar de la escasa información sobre la interacción vegetación-caprinos en agostadero, en este documento se sugieren planes de pastoreo para las explotaciones de cabras en ambientes áridos y semiáridos.

¿Cuál es la situación de los agostaderos en el norte de México?

El uso desordenado del agostadero en el norte de México no sólo por las cabras sino por bovinos, equinos y ovinos, ha provocado un grave deterioro en gran parte de los pastizales del País, lo cual se refleja en una disminución en la productividad y estabilidad de los mismos (Manzano *et al.*, 2000; Yeaton and Flores-Flores, 2009). En algunas zonas, esta degradación del agostadero es tan grave que ciertas áreas de las zonas áridas de México se encuentran en la etapa de transición del deterioro crónico al agudo (La Baume, Dahl, 1986). El manejo del agostadero es, por lo tanto, una práctica vital en la caprinocultura extensiva; tanto para maximizar la productividad de las cabras, como para recuperar, mejorar y conservar los recursos forrajeros en los cuales se basa este tipo de explotación. Una presión de pastoreo por las cabras es compatible con altos niveles de biodiversidad y estabilidad de la comunidad vegetal utilizada por las cabras (Rosa-Gracia *et al.*, 2012), pero el pastoreo comunal de pequeños rumiantes con presiones de pastoreo excesivo ha conducido a una severa degradación de los agostaderos del norte de México (Echavarría *et al.*, 2009)

El sobrepastoreo continuo reduce la biomasa sobre y debajo del suelo, lo que propicia un ambiente favorable para el establecimiento de las plantas arbustivas (Coetzee *et al.* 2008), lo que a su vez reduce la frecuencia e intensidad del fuego natural (Scholes and Archer 1997; Oba *et al.* 2000; Roques *et al.* 2001). En general, los factores que reducen la biomasa de los pastos y su capacidad para la retención del agua de lluvia, promueven el crecimiento de las plantas arbustivas (Knoop and Walker 1985) y la invasión y establecimiento de esta comunidad de plantas en lo que antes eran pastizales (Brown and Archer 1989). Cabe señalar que existe la percepción generalizada de que el sobrepastoreo en tierras comunales conduce a la degradación y pérdida de la diversidad. Lo anterior no sucede en el desierto Chihuahuense donde el sobrepastoreo incrementa sustancialmente la diversidad de plantas (Mellado *et al.*, 2005). Lo mismo ocurre en otros terrenos áridos del mundo (Rutherford and Powrie, 2011).

¿Es realmente importante ponerle atención a las plantas del agostadero utilizadas por las cabras?

Quien se dedica a la explotación de las cabras en agostadero está en realidad en el negocio de la conversión de la energía solar en forraje, y la transformación del forraje en productos de origen animal en una manera sustentable. Desde esta perspectiva todos aquellos involucrados en el negocio de las cabras están en el negocio de los forrajes. Los caprinocultores podrían entonces considerarse productores de forraje y las cabras constituirían las máquinas cosechadoras de éste. Desafortunadamente, la mayoría de los caprinocultores en el país se ocupan del negocio de los animales, no de los forrajes, y existe un nulo conocimiento sobre la dinámica del crecimiento de las plantas forrajeras y la manera en que éstas responden al pastoreo. El conocimiento de lo anterior es esencial para la optimización de las plantas forrajeras del agostadero (Echaverría- Chaires *et al.*, 2010).

La producción sustentable de una explotación caprina se inicia con el uso de las plantas para la captura de la energía solar. Cuando el sol cae sobre suelo desnudo o superficies rocosas, la energía solar no puede ser cosechada. Entonces, uno de los principios para instrumentar un programa de pastoreo para las cabras en agostadero, es el mantener una extensa cobertura vegetal en el área de pastoreo, y que ésta permanezca verde la mayor parte del año. Es importante recordar que las cabras son extremadamente oportunistas, pudiendo utilizar las herbáceas en forma abundante en la época de lluvia (Mellado *et al.*, 2004a, 2004b, 2004c), y arbustivas durante el invierno (Mellado *et al.* 2005, 2012).

¿Cuál es el sistema óptimo de pastoreo de las cabras en agostadero?

No existe un sistema de pastoreo aplicable universalmente a las explotaciones de caprinos en condiciones de agostadero, por lo que cada explotación, dependiendo de las características de los animales, los tipos de vegetación, la precipitación pluvial anual, la topografía del terreno, las fuentes de agua para el ganado, el número de corrales, la condición del pastizal, las metas a largo plazo para el mejoramiento del agostadero, los tipos de animales distintos a las cabras y que pastorean en el mismo agostadero, y el enfoque de la producción del sistema, debe adoptar un plan de pastoreo que se adapte a sus condiciones particulares. Tampoco existe un solo sistema de pastoreo que, con solo ponerlo en marcha, resuelva los problemas de cualquier tipo de explotación caprina. El sistema de pastoreo que se vaya a utilizar debe considerar los aspectos culturales, sociales y económicos, de otra forma el programa de utilización del pastoreo estará destinado al fracaso. Independientemente del sistema de pastoreo que se utilice, los siguientes aspectos deben considerarse:

- Tanto los animales como el agostadero se benefician sustancialmente con secuencias de periodos de pastoreo y descanso, ya que se balancean los requerimientos de ambas especies.
- La duración de los periodos de descanso de la vegetación deberá ser de 25 a 30 días durante el periodo de máximo crecimiento de la vegetación, y de hasta 150 días durante los periodos de sequía.
- Se debe monitorear la cantidad de forraje presente en el área calendarizada para ser utilizada por las cabras. Si no hay suficiente forraje, entonces la presión de pastoreo es excesiva, los periodos de descanso son muy cortos o los periodos de pastoreo son muy largos. Todo lo anterior, entonces debe corregirse
- Se debe monitorear el crecimiento de la vegetación en el terreno utilizado una o dos semanas atrás. Esta observación ayudará a determinar el tiempo necesario de descanso del terreno.
- Se deben evitar periodos de pastoreo muy largos durante la época de crecimiento lento de la vegetación, ya que con esto se fuerza a las cabras a comer forrajes de baja calidad, poco apetecibles e incluso los animales hacen uso de las plantas tóxicas. Lo

anterior conduce a una ingestión subóptima de nutrientes. También, periodos muy largos de pastoreo en la época de rápido crecimiento de la vegetación, conduce a que la vegetación en las áreas aledañas sin pastoreo se lignifique en exceso.

- Las cabras no deberían estar lactando durante el invierno, porque los nutrientes disponibles en el agostadero están lejos de satisfacer los requerimientos de las cabras lactantes (los requerimientos nutricionales de una cabra lactante son 60% mayores que los animales no lactantes).
- Se debe mantener una extensa cobertura vegetal en el área de pastoreo, y que ésta permanezca verde la mayor parte del año

Los sistemas de pastoreo rotacional de las cabras han demostrado ser de gran beneficio para los animales como para la conservación del agostadero. Datos de Echavarría *et al.* (1996) muestran que la cobertura vegetal del agostadero en Zacatecas con pastoreo rotacional de cabras fue de

60% comparado con 35% en terrenos con pastoreo continuo de caprinos. Igualmente, Mellado *et al.* (2004) en el desierto Chihuahuense observó un cambio radical en la dieta de las cabras (sustancial incremento en el consumo de *Acacia farnesiana* y herbáceas) en cabras con pastoreo rotacional, comparado con el pastoreo continuo.

Con un mejor manejo de vegetación se incrementa la composición de especies consumidas por las cabras, donde las arbustivas y herbáceas son importantes fuentes de proteína (Mellado *et al.*, 1991) y las cactáceas y gramíneas de energía en diferentes épocas del año (Guerrero- Cervantes *et al.*, 2009).

¿En comunidades donde existen varios caprinocultores se puede implementar un sistema de pastoreo?

Los sistemas de pastoreo funcionan sólo si todos los animales de la comunidad se integran al manejo propuesto. Por lo anterior, si uno sólo de los caprinocultores se negara a seguir el programa de pastoreo, se fracasaría en el intento de hacer un uso más eficiente del forraje del agostadero. La organización de los caprinocultores en comunidades rurales para que adopten un programa de pastoreo es prácticamente imposible, por la independencia característica y ancestral de los caprinocultores de México.

¿Qué estrategia sé de debe seguir para instrumentar un programa de pastoreo en un sitio determinado?

- Aplicar una adecuada presión de pastoreo, ajustando ésta durante el año según la disponibilidad de forraje.
- Distribuir el ganado equitativamente en el terreno a través del año
- Controlar el tiempo que las plantas son expuestas al pastoreo
- Permitir un adecuado descanso de las plantas para que éstas se recuperen del pastoreo
- Tener para los animales forraje de suficiente calidad y cantidad para satisfacer las necesidades de nutricionales de las cabras
- Programar las etapas de mayor demanda de nutrientes de las cabras (lactancia y

crecimiento de los cabritos) para que éstas ocurran durante la época de mayor abundancia de forraje

¿Qué se gana al considerar los puntos anteriores en un programa de pastoreo?

- Se maximiza la producción de forraje de alta calidad en una manera sustentable
- Se evita el deterioro de las plantas forrajeras durante la época de dormancia de éstas
- Se satisfacen los requerimientos nutricionales del ganado y la fauna silvestre
- Se minimiza el estrés nutricional de las cabras
- Se puede anticipar y responder a la sequía, fuego y otros eventos inesperados
- Se mejora la eficiencia del ciclo de los nutrientes
- Se minimiza la necesidad de insumos externos
- Se mejora la infiltración del agua de lluvia (Mellado *et al.*, 2003, 2005).

¿Cómo saber cuál es la cantidad de cabras que el agostadero puede sostener?

La carga animal deberá ajustarse a la capacidad de sustentación del agostadero. En este punto se presenta el problema de que la capacidad de sustentación de los agostaderos del norte del país fue determinada para los bovinos, y no para los rumiantes menores. Para el caso de los caprinos, por lo tanto, la capacidad de sustentación de los agostaderos de las zonas áridas y semiáridas de México es desconocida.

En forma aproximada se puede fijar una carga animal en comunidades rurales con predominancia de caprinos. Para lo anterior se tiene que hacer uso de la escasa información de los hábitos alimenticios de estos animales. Se debe de considerar, además, el número y distribución de fuentes de agua para el ganado, el número de equinos y bovinos en la comunidad y la cobertura de especies forrajeras utilizadas por las cabras y la superficie del terreno dedicado a la agricultura.

Si todos los corrales de los diferentes hatos de cabras en una comunidad ejidal se encuentran juntos, si la fuente de agua para las cabras se localiza en la misma comunidad, si los predios aledaños a la comunidad rural se encuentran a más de 4 km de distancia de los corrales de las cabras, y si no existe terreno de cultivo, entonces la carga animal se basará en una superficie máxima de 5000 ha. Se considera el área anterior porque las cabras recorren aproximadamente una distancia máxima de 4 km por día, y si el pastoreo se realiza en forma radial con relación a los corrales, entonces las cabras sólo pueden pastorear la cantidad de hectáreas ya señalada. Si no hubiera otro tipo de rumiantes en el área y si se estimara una capacidad de sustentación del agostadero de 30 ha por Unidad Animal, entonces la capacidad de carga no debiera exceder las 1333 cabras (1 unidad animal= 8 cabras).

Si sólo existe una fuente de agua para los animales y ésta está alejada de la comunidad rural, entonces el área disponible para las cabras se reduce marcadamente, debido a que las cabras tendrán que pastorear predominantemente en las áreas aledañas a la fuente de agua.

Independientemente del área disponible para el pastoreo de las cabras, en las zonas áridas y semiáridas donde las sequías prolongadas son recurrentes, se debe ser conservador en la fijación de la presión de pastoreo, situando ésta un poco más abajo de la capacidad de

sustentación estimada, con el objeto de contar con una reserva de forraje en los años de sequía prolongada (Papanastasis, 2009).

Es importante señalar que, con una carga animal excesiva, ningún programa de pastoreo, por más elaborado que ésta sea, tendrá éxito, ya que con esta situación las especies preferidas por las cabras serán consumidas en exceso, lo cual se traducirá en un deterioro de los recursos forrajeros y en una menor producción de los animales.

¿Durante cuánto tiempo las plantas del agostadero deben ser expuestas al pastoreo?

Tres aspectos importantes para el éxito de un programa de pastoreo son: el tiempo y frecuencia de la defoliación, la intensidad de la defoliación y la oportunidad de las plantas para su recuperación. Los periodos de pastoreo deberán ser lo más cortos posible, para evitar que las cabras hagan uso de las plantas más de una vez durante los periodos de pastoreo.

En el caso de los caprinos en agostadero, un punto que facilita la instrumentación de programas de pastoreo es el hecho de que los animales son conducidos diariamente por el pastor al agostadero, por lo que, sin necesidad de cercos, se puede seguir un plan establecido del uso del agostadero. Además, el pastor tiene la oportunidad de monitorear diariamente, y en prácticamente toda la extensión disponible para el pastoreo de las cabras, la disponibilidad de alimento para estos animales en las áreas no pastoreadas, y la cantidad dejada en las áreas ya utilizadas por las cabras. Otra gran ventaja del manejo de las cabras con pastor es que, con una adecuada conducción de las cabras, se puede evitar el sobrepastoreo. Lo anterior ocurre porque, a pesar de una alta densidad de estos animales y la consecuente defoliación severa del área pastoreada, se pueden evitar las áreas del agostadero que se encuentran en recuperación. Lo anterior no ocurre con otro tipo de ganado, donde, por estar éstos libres en potreros extensos, hacen uso repetido de las plantas más apetecibles, con lo se produce el sobrepastoreo. Las plantas menos apetecibles, por otro lado, son subutilizadas, con lo que estas alcanzan etapas de desarrollo avanzado, con la consecuente lignificación de las mismas, lo que se traduce en una menor disponibilidad de nutrientes para los animales. Por lo anterior, el sobrepastoreo es más severo cuando se tiene una cabra en una ha durante 100 días, que si se tienen 100 cabras en una ha durante un solo día.

¿Todos los sitios del agostadero pueden ser utilizados con la misma intensidad?

Lo más importante, sin embargo, es la capacidad que la ganadería tiene para transformar vegetales en proteínas animales, aprovechando recursos que de otra forma quedarían inutilizados (Granda y Prieto, 1986; Sierra, 1996). Por ello, no es extraño que en muchas áreas de montaña la ganadería extensiva haya sido (lo sigue siendo en no pocas) la principal actividad económica para la capitalización de sus habitantes y pueblos.

Las zonas montañosas son bien aprovechadas por las cabras, pero la utilización de estas regiones tienen limitaciones. En primer lugar, hay que señalar que los forrajes suelen ser escasos, localizándose básicamente en las áreas más fértiles y de suelo más profundo

(Molinillo y Monasterio, 2001; Chocarro y Reiné, 2008). Por el contrario, en las cumbres de los cerros dominan los recursos forrajeros considerados marginales, aunque las cabras los consumen con avidez. De los animales de la granja la cabra es el único animal con capacidad para ascender en terrenos escarpados, y son idóneos para transformar vegetales poco accesibles a los herbívoros en proteínas animales, aprovechando recursos que de otra forma quedarían inutilizados (Granda y Prieto, 1986; Sierra, 1996). Por ello, en muchas áreas de montaña la caprinocultura sigue siendo una actividad económica para comunidades rurales.

Cabe mencionar que entre más se acentúa la inclinación de una ladera mayor será la velocidad del escurrimiento del agua de lluvia, y si existe escasa vegetación en este lugar, la pérdida de suelo también se incrementa. Por lo anterior, es importante que las partes de mayor pendiente de las laderas conserven la mayor cantidad de vegetación posible, para evitar la erosión, y esto sólo puede lograrse con un pastoreo moderado de las cabras de estos sitios. Al iniciarse en estas el período de crecimiento de la vegetación, se debe realizar un pastoreo ligero, buscando que las plantas de la ladera no entren en la fase de lignificación. Para prevenir la erosión es deseable que la cobertura vegetal en las laderas sea no menos de 70%, y si la cobertura vegetal es inferior al 20%, entonces estos sitios no deben ser utilizados por las cabras.

Cabe mencionar también que el ganado caprino constituye un elemento esencial para integrar los diferentes ecosistemas de la montaña; con sus desplazamientos transporta fertilidad hacia los lugares más inaccesibles, asegurando no sólo la producción de estas áreas sino también la restitución de nutrientes a otras localizadas más abajo en la ladera.

¿Cómo estimar la capacidad de sustentación del agostadero?

Esta estimación debe hacerse cerca del final del periodo de crecimiento del forraje en el agostadero (al inicio del otoño para la zona norte de México). El procedimiento es como sigue:

- Se delimitan los sitios diferentes que existen en el terreno de pastoreo (por ejemplo, valles de costilla de vaca, laderas, valles con abundancia de nopal, lecho de arroyos, etc.).
- En cada uno de los sitios, con la ayuda de 4 estacas se delimita una área (preferentemente un cuadrado) que, a criterio del pastor, sea suficiente para darle de comer a una cabra durante un día. Cabe mencionar que una cabra adulta en pastoreo en ecosistemas áridos del norte de México tiene un consumo de 2.5 a 3% de su peso vivo (Ramírez *et al.*, 199; Juárez-Reyes *et al.*, 2004), y esta cantidad de alimento y su contenido de nutrientes es suficiente para satisfacer los requerimientos nutricionales de las cabras nolactantes o gestantes) (Juárez-Reyes *et al.*, 2004; Mellado *et al.*, 2011), pero sería algo limitante para cabras en su inicio de lactancia (Juárez-Reyes *et al.*, 2008). También hay que considerar que parte del forraje de arbustos altos o árboles no pueden ser utilizados por las cabras.
- Se mide luego el largo y ancho del área marcada para determinar su superficie.
- Se dividen los metros cuadrados de una hectárea (10,000) entre los metros cuadrados que le proporcionarían alimento por un día a la cabra. Con lo anterior se calcula el número de cabras que una hectárea puede sostener en un día.
- Se multiplica luego la cifra obtenida de la división anterior por el tamaño del terreno

utilizado por las cabras. Esto representaría el número de cabras que el predio puede sostener durante un día.

- Se divide la cifra anterior entre 365 días, con lo cual estimamos la cantidad de cabras que ese terreno puede soportar durante un año.
- Finalmente, sumamos los valores obtenidos en cada sitio del agostadero, con lo que obtenemos la cantidad máxima de cabras que el terreno puede soportar.

Ejemplo.

Se disponen de 1200 hectáreas para uso exclusivo de las cabras. El terreno cuenta con 400 ha de valle, 500 ha de laderas y 300 ha de partes altas de cerros.

Al calcular el área requerida para darle de comer a una cabra durante un día tenemos lo siguiente:

Valle: $7\text{ m} \times 7\text{ m} = 49\text{ m}^2$
Laderas: $8\text{ m} \times 8\text{ m} = 64\text{ m}^2$
Partes altas de cerros: $10 \times 10 = 100\text{ m}^2$

y el total de cabras que el terreno puede sostener es:

Valle	$10,000/49 = 204 \times 400 = 81,600/365 = 223$
Laderas	$10,000/64 = 156 \times 500 = 78,125/365 = 214$
Parte alta de cerros	$10,000/100 = 100 \times 300 = 30,000/365 = 82$

Total	= 519 cabras

Para probar si nuestras estimaciones son acertadas, se puede marcar una hectárea en el agostadero, y luego se concentran las cabras en esa área durante uno o varios días, observándose si la desaparición del forraje corresponde a la capacidad de sustentación estimada.

Ejemplo:

En el valle colocamos 4 estacas en cada esquina de un cuadrado de 100 x 100 m. Luego mantenemos 100 cabras durante un día en ese sitio. Como el valle tiene una capacidad de 204 cabras por día, entonces esperaríamos que las cabras, después de un día de pastoreo, hayan consumido la mitad del forraje del sitio marcado. Un consumo excesivo de forraje denotaría una sobreestimación de la capacidad de carga del agostadero.

¿El número de cabras de la comunidad puede permanecer igual durante todo el año?

La cantidad y calidad del forraje del agostadero varía drásticamente durante el año, de tal forma que si se tiene una carga animal uniforme a través del año (basada en el

promedio de producción de forraje por año del agostadero), se presenta un sobrepastoreo durante la mitad del año, y una subutilización del forraje en la otra mitad del año. Lo anterior es común entre los caprinocultores, ya que éstos no tienen la costumbre de reducir o aumentar el número de cabras en las diferentes épocas del año.

Para una óptima utilización de los recursos forrajeros de debe entonces flexibilizar la carga animal a través del año. En las explotaciones de cabras en agostadero no es posible predecir con precisión la cantidad de forraje que habrá en determinada estación del año, lo que sí se puede predecir con cierta precisión es cuando ocurrirá el crecimiento del forraje. Los caprinocultores deben entonces estar preparados para ajustar su carga animal en función de la disponibilidad de forraje. La decisión de aligerar la carga animal debe hacerse antes de que se presente la deficiencia severa de forraje, y antes de que se sature el mercado de cabras de desecho, con la consecuente reducción del precio de éstas. Al deshacerse de las cabras antes de que se presente la sequía habrá más comida disponible para las cabras que permanecen en el hato. Por lo anterior, entre más temprano se eliminen las cabras, una menor cantidad de animales se tendrán que vender.

Las cabras candidatas a eliminarse son las menos productivas, dentro de las que se incluyen:

- las que no quedaron preñadas
- las que abortaron
- las que presenten una producción de leche muy baja
- las que hayan presentado alguna cría defectuosa
- las viejas (más de 6 partos)
- las que no tienen cuernos (la ausencia de cuernos está asociada a infertilidad)
- las que tienden a producir sólo una cría.
- las que paren al final de la época de pariciones
- las que tienen una glándula mamaria seca

¿Es conveniente dejar un área de reserva (área sin pastorear durante el verano) para utilizarla en el invierno?

Dado que durante el invierno y primavera es común que la disponibilidad del forraje para las cabras sea mínima, es conveniente dejar un área del agostadero sin utilizar durante el verano y otoño. Si en la primavera el forraje se termina en el resto del agostadero, las cabras harían uso de este sitio. Con esta práctica se tienen las siguientes ventajas:

- las cabras tienen acceso a forraje de aceptable calidad durante su periodo reproductivo
- se permite el descanso de las áreas más utilizadas por las cabras
- se incrementa la productividad de las cabras

¿Cuáles son las consecuencias del sobrepastoreo?

El sobrepastoreo continuo provoca una reducción en la capacidad de manufactura de alimentos de las plantas forrajeras, esto como consecuencia de la excesiva defoliación de estas plantas. La utilización excesiva de las plantas forrajeras resulta también en una drástica reducción del sistema radicular, lo cual trae como consecuencia una disminución de las reservas de nutrientes de estas plantas. Con lo anterior se disminuye la capacidad de crecimiento de la planta, y si ésta sigue siendo utilizada sin descanso, la planta puede morir, debido a que su sistema radicular se ve drásticamente disminuido.

Para evitar la desaparición de las especies forrajeras se debe cosechar solamente el 30% del forraje producido durante la estación de crecimiento. Otra consecuencia grave del abuso del pastizal es la reducción de la capacidad de retención de humedad del suelo y la concomitante pérdida del mismo.

¿Cómo saber si el agostadero está sobreutilizado o degradado?

La condición del pastizal se refiere al estado actual del pastizal con relación a su máximo potencial de productividad (clímax). La condición, por la tanto, es una medida del estado de salud del pastizal; entro más cercano se encuentre un tipo de vegetación a su clímax, mejor será su condición. Según se ilustra en la Figura 2, una condición del pastizal excelente se tiene cuando del 76 al 100% del total del forraje producido corresponde a especies de la vegetación clímax. La condición del pastizal es buena cuando las plantas de la vegetación clímax contribuyen entre un 51 y 75 % a la producción de forraje. Si sólo un 0-25 % del total de forraje corresponde a plantas de la vegetación clímax, entonces la condición del pastizal se considera pobre. El abuso del pastizal como resultado del sobrepastoreo resulta en una disminución de las plantas forrajeras más apetecibles, las cuales con frecuencia también son las más productivas. A medida que estas especies disminuyen en el agostadero, la condición también disminuye. A este tipo de plantas se les denomina decrecientes. El lugar que van dejando las especies decrecientes es tomado por otras especies de la vegetación clímax. Estas plantas tienden a ser menos apetecibles por las cabras, y frecuentemente son también menos productivas. A medida que la condición del pastizal decrece, estas especies, denominadas incrementadoras contribuyen con porcentajes mayores a la producción total de forraje. Si el deterioro del agostadero se acentúa, las especies incrementadoras se debilitan, permitiendo el establecimiento de plantas que originalmente no figuraban en la vegetación clímax. Este nuevo grupo de plantas que ocupa los espacios vacíos dejados por las especies incrementadoras se denominan invasoras. Haciendo una analogía de lo expuesto anteriormente con un semáforo, la presencia de especies invasoras correspondería a la luz roja, lo cual es signo de un cambio urgente en las prácticas de manejo. Las especies incrementadoras corresponderían a la luz amarilla, lo que indica precaución, sí estas especies se encuentran en abundancia. La presencia de abundantes plantas decrecientes corresponde a la luz verde; esto es, el pastizal goza de buena salud.

¿En caso de un agostadero severamente degradado por la sobrepoblación de ganado qué se puede hacer para revertir la degradación?

En agostaderos sobreutilizados es necesario implementar prácticas de manejo de los recursos forrajeros para revertir el proceso de degradación del pastizal. Para cumplir con este punto, la elaboración de un mapa del terreno donde pastorean las cabras es sumamente útil. Un ejemplo de un mapa del agostadero se presenta en la Figura 3. En el mapa deben demarcarse los sitios del pastizal existentes, señalándose, además, su condición. Deben anotarse también las fuentes de agua y las barreras naturales. Basados en la información plasmada en el mapa, y en el conocimiento del manejo de los animales, se puede determinar cuales son los problemas que existen. Si la condición del pastizal es regular o pobre cabría preguntar: ¿porqué está en estas condiciones?, ¿Se debe a la intensidad del pastoreo, a la frecuencia del uso del agostadero, o a la distribución deficiente de los animales?. Si el problema es una excesiva carga animal, recuérdese que durante la estación de crecimiento de las plantas del agostadero, el ganado no debe remover mas de la mitad de la producción de forraje. El uso más intenso del pastizal debe llevarse a cabo en la estación en que las plantas forrajeras están dormantes. Durante este tiempo se puede cosechar entre el 60 y 70% de la producción anual de forraje.

Otro problema puede ser el uso intensivo del agostadero durante el inicio del crecimiento de las plantas. Si esto ocurre, se iniciará el incremento de especies de lento crecimiento o poco apetecibles. Lo anterior se debe a que durante la primavera, la mayoría de las especies del agostadero utilizan el alimento almacenado en la planta para su crecimiento, por lo que una defoliación intensa en este período termina por dañadas irreversiblemente. Las plantas del agostadero que son utilizadas una vez durante el período de crecimiento, son más productivas que aquellas especies que se utilizan varias veces durante este período. Los sistemas de pastoreo rotacional evitan este problema.

Si la mala distribución de los animales es una causa del mal uso del pastizal, hasta donde sea posible, estos deben ser conducidos a pastorear a todo el terreno utilizable por las cabras. Claro que, en grandes extensiones de terreno se requerirían más de una fuente de agua para los animales, cosa que en las zonas áridas muchas veces es difícil que se tenga. Otra limitante para el uso de todo el terreno disponible para el pastoreo, es la capacidad física del pastor. Un pastor de edad avanzada, por ejemplo, tendrá dificultad para ascender a lugares altos y escarpados donde la disponibilidad de forraje pudiera ser abundante.

¿Es conveniente destinar terrenos de cultivos para la producción de forraje para las cabras?

Considerando las drásticas fluctuaciones de forraje del agostadero a través del año, y a las enormes complicaciones al querer ajustar el número de animales a la disponibilidad de forrajes, es de suma importancia que se tengan pequeñas zonas de cultivo para la producción de forrajes que pueden ser utilizados en las épocas de penuria alimenticia de las cabras. Algunos cultivos que sin necesidad de riego pueden ser de utilidad en las explotaciones de caprinos en las zonas áridas son: el nopal, maguey, costilla de vaca (*Atriplex canescens*), *Atriplex acanthocarpa*, *Kochia scoparia* y algunas variedades de sorgo y maíz. En el caso del nopal, el beneficio sería doble para el productor, debido a

que se cosecharían las frutas y pencas tiernas de esta planta para el consumo humano y el resto de la planta para las cabras. En el caso de sorgos y maíz, también los granos serían para el consumo humano a animales no rumiantes y los rastrojos quedarían para la suplementación alimenticia de las cabras en las épocas críticas del año.

¿Conviene tener más de una fuente de agua y más de un corral para las cabras?

En las explotaciones extensivas de caprinos, la vegetación en rededor de los corrales de estos animales presenta un grado máximo de utilización, notándose frecuentemente una total defoliación de los arbustos y el pasto al ras del suelo.

El paso obligado de las cabras por estas zonas todos los días causa este deterioro, el cual se va diluyendo en función de la distancia del terreno de pastoreo con el corral de las cabras. Con los corrales fijos, además, la zona del pastizal que puede ser aprovechada por las cabras se circunscribe a un radio no mayor de 5 km enredor de los corrales de estos animales, esto porque la distancia máxima que pueden recorrer las cabras por día es de 10 km (5 km de ida y 5 km de regreso). Aunque es muy complicado cambiar la ubicación de los corrales por la labor que implica la construcción de otro corral nuevo, y más difícil aún porque esto puede requerir la construcción de otra casa para el pastor y su familia; el cambio del corral presentaría un mayor aprovechamiento del pastizal y el mejoramiento del área del pastizal que deja de utilizarse. Cuando las fuentes de agua son escasas en el agostadero, el deterioro del pastizal en rededor del aguaje puede ser también pronunciado, debido a que todos los hatos de cabras y otras especies de animales domésticos de la comunidad acuden diariamente, en ocasiones, a un sólo aguaje en todo un predio. Otras fuentes de agua alternativas, por lo tanto, desconcentrarían a una buena parte de los animales de los aguajes, lo cual conduciría a una mejor utilización del agostadero.

¿Cómo debe hacerse la planeación del uso del agostadero por las cabras?

Un programa de pastoreo adecuado debe tener por objetivo la maximización de la productividad de las cabras, en armonía con la capacidad de producción de forraje del agostadero y la conservación del suelo. Si se está pastoreando un pastizal con signos de deterioro, entonces el programa de pastoreo deberá incluir prácticas tendientes en revertir el proceso de degradación del mismo. Para la implementación de programas del uso de los recursos forrajeros debe contemplarse: (1) la definición de objetivos, (2) el inventario de los recursos forrajeros, (3) el análisis del uso actual de esos recursos y (4) sugerencias de ajustes, para hacer un uso más eficiente del pastizal. Lo anterior implica la definición de un sistema de pastoreo.

Determinación de los objetivos

Los objetivos del caprinocultor pueden variar, dependiendo de las clases de ganado con que se cuente y el énfasis que se le de a cada especie. Si se tiene solo caprinos, el objetivo puede ser la producción de carne o la producción de carne y leche. Si solo se producen cabritos, la explotación puede ser intensiva (3 cosechas de cabritos cada 2 años) o tradicional (una cosecha de cabritos por año). Si el énfasis de la explotación es la

producción de leche, ésta puede ser estacional o bien puede manejarse de tal forma que exista producción de leche la mayor parte del año. Desde luego, el tipo de vegetación y la disponibilidad de forraje del pastizal, así como la disponibilidad de abrevaderos y corrales, determinarán la definición de los objetivos. Es importante señalar que cualquiera que sea el enfoque de la explotación, el objetivo central debe ser la optimización de la producción animal y no la maximización del número de animales en el hato. Desgraciadamente este último objetivo ha prevalecido en las explotaciones de caprinos del norte de México. En estas explotaciones, la mayoría de las cuales se encuentran en manos de ejidatarios, el hecho de que el área de pastoreo se comparte entre varios productores, no estimula al caprinocultor a utilizar racionalmente el agostadero, con miras a mantener una productividad sostenida en los años futuros.

Inventario de los recursos forrajeros

El conocimiento de la capacidad de producción de forraje del agostadero y su calidad, así como sus fluctuaciones a través del año es vital para la implementación de un plan de manejo del pastizal. Los datos que se sugiere conseguir del área de pastoreo incluyen: (a) el área del terreno disponible para el pastoreo, (b) tipos de suelos y grado de erosión, (c) topografía del terreno, (d) condición del pastizal, (e) distribución de la precipitación pluvial durante el año, (f) temperaturas medias mensuales, (g) tipos de vegetación, (h) producción de forraje/ha/año, o bien la capacidad de carga del agostadero, (i) clases de ganado para los cuales es apropiado, (j) períodos normales de crecimiento y dormancia del forraje, (k) localización y distribución del agua, y cantidad disponible por época.

Determinación de los recursos forrajeros del agostadero

Es necesario delimitar primero los sitios del pastizal existente en el predio. Los sitios del pastizal son unidades o áreas del agostadero con suelo y clima similar. Cada sitio, por lo tanto, presenta una asociación de plantas distinta, o las mismas especies en diferentes proporciones, lo cual se traduce en una distinta producción anual de forraje. Para poder delimitar los sitios del agostadero conviene recordar la forma de clasificar los suelos, de acuerdo a su textura. En términos generales los suelos se clasifican en arenosos, migajón y arcillosos. La textura, en forma práctica se determina tomando en las manos una porción de suelo húmedo. El suelo arenoso se siente con partículas duras, el suelo migajón se siente suave y liso, y el arcilloso se siente pegajoso. La profundidad del suelo también afecta al desarrollo de la vegetación. Los suelos profundos presentan plantas más altas y de mayor vigor. Una última característica que se debe considerar para demarcar los sitios del pastizal es la localización del área evaluada, en relación con sus alrededores, ya que las zonas bajas recibirán mayor cantidad de agua por escurrimiento de otras partes del agostadero, la que se reflejará en una mayor producción de biomasa.

Para la determinación de la producción de forraje del agostadero, un método simple consiste en establecer aleatoriamente varias parcelas de muestreo, cuyo tamaño variará dependiendo del tipo de vegetación. El área de las parcelas debe ser suficientemente

grande como para abarcar a varias de las plantas más grandes y frondosas de la vegetación muestreada. Así, por ejemplo, en un pastizal mediano abierto el uso de un cuadrante de 1 m² puede ser suficiente, pero en un matorral mediano espinoso las parcelas deben ser mayores (9 m²) para poder incluir las plantas arbustivas. El número de estas parcelas o cuadrantes de muestreo dependerá del grado de precisión que se busque. Una vez establecida la parcela se procede a cortar el crecimiento de un año de las plantas existentes.

Literatura Citada

- Bakare, A.G., Chimonyo, M. 2011. Seasonal variation in time spent foraging by indigenous goat genotypes in a semi-arid rangeland in South Africa. *Livestock Science* 135, 251-256.
- Brown, J.R., Archer, S. 1989. Woody plant invasion of grasslands-establishment of honey mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*) on sites differing in herbaceous biomass and grazing history. *Oecologia*, 80, 19–26.
- Coetsee, B.W.T., Tincani, L., Wodu, Z., Mwasi, S.M. 2008. Overgrazing and bush encroachment by *Tarchonanthus camphoratus* in a semi-arid savanna. *African Journal of Ecology* 46, 449–451.
- Echavarría, F.G., Gutiérrez, R., Ledezma, R.I., Bañuelos, R., Aguilera, J.I., Serna, A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: I Vegetación nativa. *Técnica Pecuaria en México* 44, 203-217.
- Echavarría, C.F.G., Medina, G.G., Rumayor, R.A.F., Serna, P.A., Salinas, G.H., Bustamante, W.J.G. 2009. Diagnostico de los recursos naturales para la planeación de la intervención tecnológica y el ordenamiento ecológico (Natural resources diagnosis for planning technological intervention and ecological ordainment). Technical Book no. 10. INIFAP- CIRNOC-CEZAC. Calera, Zacatecas, México, p. 182
- Echavarría-Chairez, F.G., Serna-Pérez, A., Salinas-Gonzalez, H., Iniguez, L., Palacios-Díaz, M.P. 2010. Small ruminant impacts on rangelands of semiarid highlands of Mexico and the reconverting by grazing systems. *Small Ruminants Research*. 89, 211-217.
- Fanning, P. 1994. Long-term contemporary erosion rates in an arid rangelands environment in western New South Wales, Australia. *Journal of Arid Environments*, 28, 173-187.
- Fernández-Lugo, S., de Nascimento, L., Mellado, M., Bermej, o L.A., Arévalo, J.R.. 2009. Vegetation change and chemical soil composition after 4 years of goat grazing exclusion in a Canary Islands pasture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 132: 276-282.
- Fuls, E.R. 1992. Ecosystems modification created by patch-over-grazing in semiarid grasslands. *Journal of Arid Environment* 23, 59-69.
- Gordon, I.J. 1988. Facilitation of reed deer grazing by cattle and its impact on red deer performance. *Journal of Applied Ecology*, 25: 1-10.
- Granda, M., Prieto, P.M. 1986. El merino como factor de aprovechamiento de recursos alimenticios en medios difíciles. *Trashumancia. Congreso Mundial del Merino*, 149-163, Madrid, España.
- Guerrero-Cervantes, M., Ramírez, R.G., Cerrillo-Soto, M. A., Montoya-Escalante, R., Nevarez- Carrasco, G., Juárez-Reyes, A.S. 2009. Dry matter digestion of native forages consumed by range goats in North Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8, 408-412.
- Juárez-Reyes, A.S., Cerrillo-Soto, M.A., Meza-Herrera, C.A. Nevárez-Carrasco, G. 2004. Diet composition, intake, plasma metabolites, reproductive and metabolic hormones during pregnancy in goats under semi-arid grazing conditions. *Journal of Agricultural Science* 142 697-704.
- Juárez-Reyes, A.S., Nevárez-Carrasco, G. Cerrillo-Soto, M.A. Manuel Murillo-Ortiz; Luginbuhl, J.M., Bernal-Barragán, H.; Ramírez, R.G. 2008. Dietary chemical composition, plasma metabolites and hormones in range goats. *Journal of Applied Animal Research* 34, 81-86.
- Knoop, W.T. & Walker, B.H. (1985). Interactions of woody and herbaceous vegetation in a southern african savanna. *J. Ecol.*, 73, 235–253
- La Baume, J.T., Dahl, B.E., 1986. Communal grazing: the case of the Mexican ejido. *Journal of Soil and Water Conservation* 41, 24–27.

- Manzano, M., J. Navar, M. Pando-Moreno, and A. Martínez. 2000. Overgrazing and desertification. *Journal of Arid Environments* 42, 1-10.
- Mellado, M., Aguilar, C.N., Arevalo, J.R., Rodríguez, A., García, J.E. Mellado, J. 2011. Selection for nutrients by pregnant goats on a microphyll desert scrub. *Animal* 5, 972-979.
- Mellado, M., Dueñez, J., Foote, R.H., García, J.E., Rodríguez, A. 2005. Influence of goat densities on vegetation, hydrology and soil properties in a Chihuahuan desert range. *Annals of Arid Zone* 44, 111-120.
- Mellado, M., Foote, R.H., Rodríguez, A., Zárate, P. 1991. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goats grazing on desert grassland in northern Mexico. *Small Ruminant Research* 6, 141-150.
- Mellado, M., García, J.E., Pittroff, W.. 2008. Rough agave flowers as a potential feed resource for growing goats. *Rangeland, Ecology and Management*. 61, 640-646.
- Mellado, M., García, J.E., Arévalo, J.R., Dueñez, J. Rodríguez, A. 2009. Effects of replacement of alfalfa by inflorescences of *Yucca carnerosana* in the diet on performance of growing goats. *Livestock Science*. 123, 38-43.
- Mellado, M., Olivares, L., Díaz, H., López, R., Villarreal, J.A. 2007. Relationship between oral morphology and feed selection of goats on rangeland. *Small Ruminant Research* 71, 194- 199.
- Mellado, M., Olvera, A., Dueñez, J., Mellado, J. 2006. Impact of combined grazing by prairie dogs with goats or cattle on vegetation and hydrology of a Chihuahuan desert grassland. *Annals of Arid Zone* 45, 1-9.
- Mellado, M., Olvera, A., Dueñez, J., Rodríguez, A. 2004. Effects of continuous or rotational grazing on goat diets in a desert rangeland. *Journal of Applied Animal Research* 26, 93-100.
- Mellado, M., Olvera, A., Quero, A., Mendoza, G. 2005. Diet of prairie dogs, goats, and sheep on a desert rangeland. *Rangeland Ecology and Management* 58, 373-379.
- Mellado, M., Pastor, F., Lopez, R., Rios, F. 2006. Relation between semen quality and rangeland diets of mixed-breed male goats. *Journal of Arid Environments* 66, 727-737.
- Mellado, M., Rodríguez, A., Olvera, A., López, R. 2004a. Age and body condition score effects on diets of grazing goats. *Journal of Range Management* 57, 517-523.
- Mellado, M., Rodríguez, A., Olvera A., Villarreal J.A., Lopez, R. 2004b. Diets of Nubian and Granadina goats grazing on arid rangeland. *Journal of Range Management* 57, 630-634.
- Mellado, M., Rodríguez, A., Villarreal, J.A., Olvera, A. 2005b. The effect of pregnancy and lactation on diet composition and dietary preference of goats in a desert rangeland. *Small Ruminant Research* 58, 79-85.
- Mellado, M., Rodríguez, A., Villarreal, J.A., Lopez, R. 2004c. Height to withers and abdominal circumference effects on diets of grazing goats. *Applied Animal Behavior Science* 88, 263- 274.
- Mellado, M., Rodríguez, A., Villarreal, J.A., Rodríguez R., Salinas, J., López, R. 2005b. Gender and tooth wear effects on diets of grazing goats. *Small Ruminant Research* 57, 105-114.
- Mellado, M., Rodríguez, A., Lozano, E.A., Dueñez, J., Aguilar, C.N., Arévalo, J.R. 2012. The food habits of goats on rangelands with different amounts of fourwing saltbush (*Atriplex canescens*) cover. *Journal of Arid Environments* 84, 91-96.
- Mellado, M., Valdez, R., Lara, L.M., López, R. 2003. Stocking rate effects on goats: A research observation. *Journal of Range Management* 56, 167-173.
- Molinillo, M., Monasterio, M. 2006. Vegetation and grazing patterns in Andean environments: a comparison of pastoral systems in Punas and Páramos. In: Land use change and mountain biodiversity (E. Spehn, M. Liberman and C. Korner, Eds). CPR, Boca Ratón, FL pp. 137-151.
- Morand-Fehr, R., Sauvant, D., Brun-Bellut, J. 1987. Recommendations alimentaires pour les caprins. *Bulletin Technique, C.R.Z.V. Theix*, 70, 213-222
- National Research Council (NRC). 2007. Nutrient requirements of small ruminants, sheep, goats, cervids, and new world camelids. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Pérez, R. y Díaz-Fierros, F. (1988): Resistencia del suelo y susceptibilidad a la compactación en terrenos de monte sometidos a pastoreo. *Anales de Edafología y Agrobiología*, XLVII (3-4): 547-560.
- Oba, G., Post, E., Syvertsen, P.O. & Stenseth, N.C. (2000). Bush cover and range condition assessments in relation to landscape and grazing in southern Ethiopia. *Landscape Ecology* 15, 535-546.
- Papanastasis, V. P. 2009. Restoration of Degraded Grazing Lands through Grazing Management: Can It Work?. *Restoration Ecology* 17, 441-445
- Ramírez, R.G. 1999. Feed resources and feeding techniques of small ruminants under extensive management conditions. *Small Ruminant Research* 34, 215-230.

2da Reunión Internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal – 2012
Ponencias Magistrales

- Ramirez, R.G., Loyo, A., Mora, R., Sanchez, E.M, Chaire, A.1991. Forage intake and nutrition of range goats in a shrubland in northeastern Mexico. *Journal of Animal Science* 69, 879-885.
- Rosa Gracia, R., Celaya, R., García, U., Osoro, K. 2012. Goat grazing, its interactions with other herbivores and biodiversity conservation issues. *Small Ruminant Research* (published on line).
- Roques, K.G., O' Connor, T.G., Watkinson, A.R. 2001. Dynamics of shrub encroachment in an African savanna: relative influences of fire, herbivory, rainfall and density dependence. *J. Appl. Ecol.*, 38, 268–280.
- Rutherford, M.C., Powrie, L.W. 2012. Can heavy grazing on communal land elevate plant species richness levels in the Grassland Biome of South Africa? *Plant Ecology* V. 213 (on line).
- Sierra, I. 1996. Los sistemas extensivos, las razas autóctonas y el medio natural. XXXVI Reunión de la S.E.E.P., 17-31, Logroño.
- Yeaton, R.I., Flores Flores, J.L. 2009. Community structure of a southern Chihuahuan Desert grassland under different grazing pressures. *South African Journal of Botany*,75, 510-517.

RETOS Y PERSPECTIVAS DE LA OVINOCULTURA EN EL ESTADO DE ZACATECAS

CHALLENGES AND PROSPECTS OF SHEEP PRODUCTION IN ZACATECAS, MÉXICO

José M. Carrera Ch.¹

¹Centro de Investigación y Fomento Ovino de Zacatecas

Resumen

Los ovinos, junto con las cabras, fueron el primer animal para pastoreo domesticado en el mundo, solo después del perro en el proceso de domesticación. Por sus características de producción y manejo, los ovinos son una opción de generar recursos para campesinos y productores que no cuentan con tierras para realizar actividades de ganadería o agrícolas en mayor escala. A nivel nacional se presenta un panorama favorable para la producción de carne de ovino, debido principalmente a los altos precios ofrecidos por la carne de ovino y a la gran demanda existente en el país. Zacatecas ocupa uno de los primeros lugares nacionales en cuanto a inventario (octavo) y producción de carne de ovino a nivel nacional (quinto), y tradicionalmente se cuenta con una gran vocación borreguera. Sin embargo, la productividad Estatal está por debajo de lo deseable, pues solo se producen 0.37 corderos por cada animal mantenido en el rebaño, debido a varios factores productivos que en conjunto limitan esta productividad. No obstante, más que una situación desfavorable, esta baja productividad debe verse como una oportunidad, que requiere el esfuerzo conjunto de instituciones y ovinocultores, pues el potencial para incrementar la productividad es evidente.

Palabras clave: ovinos, panorama, productividad, perspectivas.

Introducción

Los ovinos, junto con las cabras, fueron el primer animal para pastoreo domesticado en el mundo, solo después del perro en el proceso de domesticación (Zohary *et al.*, 1998). Los ovinos llegaron a México con la conquista española (Medrano, 2000), por la península de Yucatán en 1520, año en que Cortés introdujo en el continente americano el ganado ovino (Meléndez y López, 2005). En el caso de las razas de pelo, estas fueron traídas por los españoles durante la colonia del oeste del continente africano (Ulloa-Arvizu *et al.*, 2009). En el estado de Zacatecas, el desarrollo de las haciendas, ranchos y estancias corrió paralelo a la producción de mineral, ya que en ellas se producían diversos productos que cubrían las necesidades básicas de los habitantes de las minas, así como alimento para los animales que eran la fuerza motriz del trabajo minero, estableciéndose a finales del siglo XVI. La producción ganadera y el abasto de carne tuvieron tal importancia en Zacatecas que en 1857 ocupó el segundo lugar como productora de ganado ovino y caprino, producidos en las grandes haciendas o a través de la producción para autoconsumo (Flores *et al.*, 2003). La producción de ovinos se consolidó en el siglo XIX, cuando Zacatecas llegó a ser considerada una potencia en la

práctica de la ovinocultura, llegando a contar con una población superior a los 2.2 millones de ovinos, situación que le permitía incluso regular el precio de la lana a nivel mundial (Aréchiga, 2006). Actualmente, el estado cuenta con un inventario de 410,860 cabezas (INEGI, 2007) y se considera que durante la última década, la actividad ovina en el Estado ha observado un importante repunte favorecido por un impulso decidido a la organización de productores, a una mayor prevención y control zoonosológicos, a la implementación de tecnologías reproductivas que permiten un mejoramiento genético acelerado, a la búsqueda de alternativas de alimentación y de complementación alimenticia más eficientes y rentables (Aréchiga, 2006), pero sobre todo a los buenos precios pagados a los productores, que a partir de 1997 tienen un desfase positivo con respecto a la carne de bovino o porcino, es decir, es mucho mejor pagada y se ve complicado que las tendencias se modifique en los próximos años. Esta favorable situación para los ovinocultores (buen precio), más la tasa de crecimiento de la producción y el consumo, así como el mercado internacional, hacen que la actividad sea reconocida por la SAGARPA, junto a la apicultura, como las más dinámicas y rentables del sector pecuario mexicano. El presente documento tiene como propósito presentar información general relacionada con la producción ovina en el estado de Zacatecas.

Importancia y relevancia social de los ovinos

Considerando que la población mundial actual sobrepasa los 6 billones de habitantes, y que alrededor de la mitad de esta población se encuentra en situación de pobreza, sobreviviendo con menos de 2 dólares por día, y que peor aún, cerca de 1.2 billones de personas sobreviven con menos de 1 dólar por día, las opciones que generen alimentos y recursos económicos dentro de la población vulnerable son de una importancia obvia, como es el caso de los ovinos (FAO, 2003). Por sus características de producción y manejo, los ovinos son una opción de generar recursos para campesinos y productores que no cuentan con tierras para realizar actividades de ganadería o agrícolas en mayor escala. Otro aspecto de gran importancia dentro de la producción de ovinos, es que generalmente son las mujeres, niños y adultos mayores los encargados del manejo, producción y salud de los animales; ya sea por que los hombres de la familia se dediquen a otras actividades como un empleo remunerado, en otras actividades ganaderas y agrícolas o como desafortunadamente es común, sean migrantes a otras ciudades o países.

Dado que los ovinos y caprinos, son especies que tienen un manejo menor y de menos riesgo que los rumiantes mayores, requieren menos espacio para su mantenimiento y manejo, requieren menor cantidad de alimentos para su subsistencia, además de que son más baratos para su adquisición, resultan en una especie productiva ideal para los grupos más vulnerables de la sociedad.

Además de lo anterior, y ante la situación de sequía y pérdida de agostaderos, los ovinos son una especie que puede manejarse en estas condiciones, ya sean en agostaderos pobres o aprovechando los esquilmos agrícolas que quedan en la parcela después de la cosecha.

Así mismo, la especie ovina genera una variedad de beneficios tanto económicos como intangibles. Los productos que se obtienen directamente de los ovinos y que pueden generar recursos económicos de manera directa son: carne, leche, pieles, lana, vísceras y hasta los cuernos para la confección de artesanías. Como subproducto de los ovinos, el estiércol puede aprovecharse como abono (para las parcelas propias o como producto de venta), fertilizante o para la producción de biogas. También se obtienen beneficios indirectos e intangibles como los son el control de malezas, conlleva menos riesgos que los cultivos de temporal, generación de capital y que son una fuente de ahorro que permite su inmediata disponibilidad en caso de necesidad (Pollot y Trevor, 2009).

Aunque en lo anteriormente expuesto, se hizo hincapié en la relevancia social de la ovinocultura, también existe y ha existido la ovinocultura de tipo empresarial para la generación de recursos económicos a mayor escala, ya sea en el siglo pasado para la generación de lana o actualmente para la generación de carne de ovino, ya sea en sistemas extensivos, semi-intensivos o intensivos.

Panorama Nacional

De acuerdo con los últimos datos publicados por SAGARPA (SIAP), en 2010 se contaba con un hato ovino de 8.1 millones de cabezas, destacando en este sentido que en el Estado de México se concentra el 15.9% del total, mientras que en el estado de Hidalgo el 13.0%, en Veracruz el 8.0%, en Oaxaca el 7.0%, San Luis Potosí el 5.5%, Puebla el 5.4%, Jalisco el 4.2% y en octavo lugar Zacatecas con 4.2%. En cuanto a producción, de acuerdo con SAGARPA, en 2010 se produjeron 54,963 toneladas de carne ovina. El primer estado productor es el Estado de México con el 15.1% del total, y le siguen en orden de importancia, Hidalgo con 12.2%, Veracruz con 9.1%, Puebla con 6.8%, Jalisco con 6.6% y en sexto lugar Zacatecas con el 5.8%.

En este mismo sentido es importante señalar que en 2010, el consumo nacional aparente en México fue de 70,800 toneladas de carne ovina, de las cuales, el 20.1% fueron importadas. Este volumen atípico de importaciones se debe como ya se señaló, a una disminución sensible del consumo de carne ovina en México, esto como una consecuencia de una importante contracción en la demanda, producto de la recesión que comenzó en 2008, aspecto que se reproduce en las demás carnes. En cuanto a los precios al productor, tanto en pie como en canal, los precios pagados a la carne ovina a partir de 1997 tienen un desfase positivo con respecto a la carne de bovino o porcino, es decir, es mucho mejor pagada y se ve complicado que las tendencias se modifique en los próximos años.

Panorama Estatal

De acuerdo con los últimos datos disponibles de SAGARPA, en 2010, en Zacatecas se tenía un hato ovino de 342,673 cabezas, el 4.2% del total nacional y en cuanto al volumen de la producción de carne de ovino en canal, en el Estado se produjeron 3,208 toneladas lo que corresponde al 5.4% del total nacional, ocupando el sexto lugar en la producción de carne en canal de ovino en México. Con estos datos se puede inferir que

en lo que se refiere a productividad, en Zacatecas por cada ovino se obtuvieron apenas 9.4 kilogramos de carne ovina (0.23 corderos por ovino mantenido) en el año 2010.

En Zacatecas la ovinocultura aportó en 2009 al PIB estatal, sumando un total de 122.6 millones de pesos (SIAP, 2010). En Zacatecas, 42.5% del volumen de producción de ganado ovino en pie se concentró en apenas 5 municipios, dentro de los cuales destacan: Pinos, con una producción de 1,094 toneladas aportó 19.1% del total de la producción estatal durante 2008; el municipio de Sombrerete reportó una producción de 420 ton., equivalentes al 7.4% del total de la producción estatal; por su parte el municipio de Villa Hidalgo, con 335 toneladas produjo 6% del total de la producción estatal; finalmente los municipios de General Pánfilo Natera y Río Grande aportaron 5.3 y 4.7% del total de la producción en la entidad (SIAP, 2010). Los Distritos de Desarrollo Rural de Río Grande y Ojocaliente representaron 75.7% del total de la producción de ovinos en pie.

Un reciente diagnóstico de la SAGARPA destaca que “en el estado de Zacatecas, la ganadería ovina se posicionó durante el periodo referido como una actividad rentable y con bastante dinamismo, esta ganadería en Zacatecas reportó un crecimiento de su inventario del orden del 1.15%, dado que pasó de 319,757 a 339,830 cabezas de ganado en el período analizado; por otra parte, su producción creció durante el período de estudio a un ritmo anual de 6.0% (ganado en pie) dado que pasó de 3,594 t en el año 2000 a 5,718 t en 2008. Finalmente, el análisis de sus precios refleja un crecimiento muy importante, del orden del 7.5% anual, dado que pasó de \$10.61 a \$18.90 (pesos reales 2008=100) en el periodo referido”.

Sin embargo, es necesario señalar que existe una divergencia notable de datos oficiales, ya que al respecto el Censo Agrícola, Pecuario y Forestal que elaboró el INEGI en 2007, en Zacatecas se tenía un hato de 410,860 cabezas, en comparación con las cifras reportadas por SAGARPA (SIAP) en el mismo periodo (2007), reportando la existencia de solo 303,747 cabezas. Según el INEGI, los municipios que resaltan con mayor porcentaje de existencias totales son Pinos con 17%, Sombrerete con 6.9% y Río Grande con 5.8%.

Por último, el precio a nivel estatal en el mes de agosto del presente año fue de \$29.5 para el cordero en pie, \$27.5 para la cordera en pie y de \$21.0 pesos para los animales recios (mayores de 1 año), según la Empresa Integradora de Ovinocultores del Estado de Zacatecas.

Características de la producción de ovinos en el estado de Zacatecas

La información que se presenta en este apartado se obtuvo del documento Análisis del Sistema Producto Ovino en Zacatecas (Carrera *et al.*, 2011) publicado por la Fundación Produce Zacatecas AC y en Centro de Investigación y Fomento Ovino de Zacatecas.

Generalidades. Dentro de las principales características socioeconómicas de los productores de ovinos que existen en el estado de Zacatecas, se pueden mencionar las siguientes: el 63.9% de los productores de ovinos trabajan en una tenencia de tierra ejidal, el 35.5% en una tenencia de pequeña propiedad y sólo el 0.7% en una tenencia de tierra comunal. Independientemente del tipo de tenencia de tierra en que trabajan los

productores, el promedio de superficie para siembra es de 17.1 ha, aunque sólo el 9.2% de los productores cuentan con una superficie mayor de 50 ha y el 47.0% cuentan con una superficie de siembra que no sobrepasa de 10 ha, además de que sólo el 20.9% cuentan con acceso a agua para riego. El 56.5% de los productores trabaja con ganadería y agricultura simultáneamente, considerándose que los ovinos son complementarios a la agricultura, principalmente para el aprovechamiento de forrajes y subproductos generados por la agricultura. Un punto muy importante a resaltar, es que el 88.7% de los productores trabajan en autoempleo, sin embargo, solo el sólo el 17.1% de los productores ha recibido al menos a un curso o taller de capacitación.

En relación a la composición del hato, el tamaño promedio del hato en el estado de Zacatecas es de 81.4 cabezas por hato, siendo la composición promedio del hato la siguiente: el 60.4% de los animales son vientres, el 17.9% son primaldas en desarrollo, el 10.0% son animales en engorda, el 9.81% son crías sin destetar, sólo 9.0% son vientres paridos y el 2.1% son sementales. Independientemente de lo anterior, el punto más importante en cualquier rebaño debe ser la productividad que se logre tener, entendiéndose como productividad la cantidad final de animales o kilos de carne que un productor está en posibilidad de vender para obtener recursos económicos. En el estado de Zacatecas, la productividad promedio es solo de 0.37 animales (Cuadro 1) por animal mantenido en el rebaño, es decir, se requieren 100 ovinos para poder producir 37 animales, considerando todos los sistemas de producción existentes, ya que cada sistema de producción (intensivo, semi-intensivo, extensivo o traspatio) aporta una productividad diferente, lo cual se detalla más adelante.

Cuadro 1. Productividad total estimada por animal del rebaño (corderos vendidos + desecho vendido + primaldas vendidas + sementales vendidos / animal del hato) en el estado de Zacatecas

Productividad total estimada por animal del hato	0.37 animales por animal del hato
	Animal producido por animal mantenido
Corderos y corderas para abasto	0.25
Desecho de vientres	0.08
Primaldas	0.04
Sementales	0.007

Fuente: Análisis Prospectivo del Sistema Producto Ovino en Zacatecas. 2011

Esta baja productividad que se presenta en el Estado, no se debe a un solo factor, si no que es una combinación de factores que se van sumando y que finalmente disminuyen la productividad, lo que a final de cuentas, influye en la rentabilidad que puede tener esta actividad. Por razones de espacio, solo se describen algunos factores o características que contribuyen a esta baja productividad.

Manejo e instalaciones. Solo el 4.8% de los productores realiza algún tipo de registro (pesos, reproducción, sanitarios, etc), y como se dice, no puede mejorarse lo que no se conoce. Solo el 55.9% identifica de alguna forma su ganado, ya sea con arete o cualquier otro tipo de identificación. Solo el 29.5% de los productores realizan destete de las crías (con todos los problemas que no destetar acarrea, como no permitir una recuperación de la condición corporal de las madres, retraso en la reactivación reproductiva de la madre, y

hasta que los corderos machos tengan la posibilidad de cargar a sus madres o hermanas), siendo la edad promedio de destete a los 3 meses de edad para los que si destetan.

Aunque el 82.6% de los productores cuentan con algún tipo de corral para la contención de los animales, sólo el 7.4% cuenta con divisiones interiores para la división de los animales según la etapa productiva. Aunque el 77.8% de los productores cuentan con algún tipo de comedero, solo el 4.3% cuenta con algún tipo de creep feeding.

Manejo reproductivo y mejoramiento genético. El 72.1% de los productores manejan un empadre continuo (los sementales están siempre con las hembras), con los problemas que esto conlleva. Del resto, solo el 2.5% de los productores realizan un empadre controlado (se considera un empadre controlado el introducir el semental con las hembras por un período de 34 días con 15 días de descanso). Sólo el 12.2% de los productores revisan físicamente el aparato reproductor de sus sementales y solo el 1.6% de los productores realizan pruebas de fertilidad antes de la temporada de empadre. El promedio de fertilidad reportado es de 75%, pero existe un promedio de 6.9% de borregas que presentan distocia al parto, y el porcentaje de abortos asciende hasta un 4.7%. Referente a los partos, sólo el 13.8% de los productores tienen la atención de separar los animales durante el parto en corrales específicos para hembras al parto.

En relación al encaste racial de los animales que se encuentran en el Estado, en relación a las hembras, todavía la raza Rambouillet presenta predominancia, con 62.6%, seguida por la raza Dorper con 40.9%, la raza Suffolk con 25.5%, Pelibuey con 20.0%, Katahdin con 13.1%, Blackbelly con 5.9% y otras razas (Charolais, Texel, Polipay, Damara, Romanov y Dorset) con solo 2.2%. Sin embargo, en relación a los sementales, el panorama es diferente, predominando la raza Dorper con un 40.3% y la raza Rambouillet, la cual fue desplazada al segundo lugar con un 32.6%. Después esta la raza Suffolk con un 17.1%, seguida por la raza Katahdin con 9.0%, Pelibuey con 4.7%, Blackbelly con 1.2%, y otras razas que en conjunto suman un 2.6%.

Aunque la principal estrategia de mejoramiento genético debe ser la introducción de sementales de buena calidad genética, la mayoría de los productores obtienen sus sementales dentro de sus mismas unidades de producción, en ranchos vecinos o de otras fuentes, como lo es la compra a los mismos acopiadores en un 82.4%, el 15.7% de los productores los adquieren en ranchos especializados en la producción de pie de cría, y solo el 1.9% en centros de reproducción de pie de cría. Lo que es aún peor, solo el 3.6% de los productores eligen sus sementales en base a registros productivos y el resto lo hace solo en base a parámetros fenotípicos como tamaño, peso o hasta color.

Enfermedades y mortalidad. La mortalidad es uno de los parámetros que afectan más directamente la productividad de los rebaños. En corderos, la mortalidad asciende hasta un 23.1% y en animales adultos hasta un 8.1%, independientemente del sistema de producción utilizado, lo cual está muy por encima de los parámetros técnicos recomendados. Debe hacerse notar, que según el estudio realizado, gran parte de estos porcentajes de mortalidad son debidos a enfermedades fácilmente controlables o

prevenibles, lo que hace notar que existe una gran demanda de capacitación en este aspecto.

En relación al manejo sanitario que realizan los productores dentro de su rebaño, el 45.5% de los productores nunca han realizado prueba para el diagnóstico de brucelosis melitensis y en general, solo el 34.4% ha vacunado sus animales contra brucelosis. En relación a otras enfermedades, aunque el 78.9% de los productores vacuna regularmente sus animales, solo el 12.5% realiza la vacunación con productos adecuados para ovinos. En relación a la desparasitación, el 84.1% de productores la realiza regularmente, pero casi el 50% de los productores la realiza utilizando ivermectina como principio activo, lo que tiene graves consecuencias sobre el medio ambiente, sobre todo cuando es utilizado por productores que manejan su ganado en sistemas extensivos. Por último, el porcentaje de productores que aplican selenio y vitamina E solo es del 15.6%.

Alimentación. En Zacatecas, para la alimentación de los ovinos se utilizan una gran diversidad de sistemas de alimentación, los cuales se encuentran resumidos en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Porcentaje de productores que reportan utilizar diferentes sistemas de alimentación dentro de sus unidades de producción.

Sistema de alimentación	Porcentaje
Agostadero	49.7%
Estabulación total	20.5%
Agostadero + estabulado	15.2%
Agostadero + esquilmos	6.5%
Pradera + estabulado	4.7%
Pradera	2.9%
Trashumancia	0.5%

Fuente: Análisis Prospectivo del Sistema Producto Ovino en Zacatecas. 2011

Independientemente del sistema de alimentación utilizado, la utilización de complementos, aunque es realizado por un número importante de productores, no siempre es de la manera más adecuada. Esto debido a que el 17.6% no utiliza ningún tipo de complemento; sin embargo, el 54.5% ofrece como complemento mineral un producto llamado sal tierra y solo el 30.2% utiliza sales minerales comerciales. Solo el 10.3% refiere ofrecer al menos en ocasiones creep feeding a sus corderos.

Tomando como base la alimentación de los ovinos, se realizó una clasificación de los sistemas de producción presentes en el Estado, de los cuales se ofrece un resumen para fines comparativos.

Sistemas de producción de ovinos en el estado de Zacatecas

Sistema de Producción Intensivo: Solo el 6.4% de los productores manejan este sistema de producción. Se caracterizó por manejar el rebaño en estabulación total, con un tamaño promedio de rebaño de 85.4 ± 125.8 cabezas y un promedio de vientres en producción de 44.9 ± 75.8 vientres. La productividad en este sistema es muy variable, aunque el promedio fue de 0.46 ± 0.2 animales producidos por vientre al año. Las razas y cruces

que predominaron en vientres fueron Dorper (39.0%), seguida por Katahdin, Rambouillet y Suffolk, y en menor escala Pelibuey y Blackbelly. Entre los sementales predominó la raza Dorper (63.2%), seguida por Katahdin y Rambouillet, y en menor escala otras razas como Suffolk y Charolais.

Sistema de Producción Semi-intensivo: El 13.1% de los productores de ovinos manejan este sistema de producción. Se caracterizó por ser de pastoreo en praderas inducidas, pastoreo en agostadero o esquilmos agrícolas y por ofrecer algún complemento a la alimentación al momento de realizar el encierro de los animales, con la finalidad de incrementar la productividad del rebaño, la cual fue de 0.60 ± 0.4 animales producidos por vientre al año, con un tamaño promedio de rebaño de 208.0 ± 264.0 cabezas y un promedio de vientres en producción de 126.3 ± 152.4 vientres. La distribución de las razas en este sistema es más homogénea, sobre todo en vientres, predominando la raza Dorper (31.5%), seguida de Rambouillet y Katahdin, y en menor escala Pelibuey, Suffolk y Blackbelly. Entre los sementales predominó la raza Dorper (47.2%), seguida por la raza Katahdin y Rambouillet, y en menor escala Suffolk, Pelibuey, Charolais, Ile de France y Blackbelly.

Sistema de Producción Extensivo: El 34.4% de los productores de ovinos manejan este sistema de producción. Se caracterizó por ser de pastoreo en agostadero, pastoreo de esquilmos agrícolas o de trashumancia, es de tipo tradicional, de escasa o nula tecnificación y organización, y una productividad muy baja de 0.38 ± 0.2 animales producidos por vientre al año. Tuvo un tamaño promedio de rebaño de 114.7 ± 117.9 cabezas y un promedio de vientres en producción de 72.4 ± 73.1 . En vientres predominaron las cruza lanares con Rambouillet (44.2%), seguidas por Dorper y Suffolk, y en menor escala Pelibuey, Katahdin, Blackbelly y otras como la raza Polipay. En sementales, predominó la raza Rambouillet (39.8%), seguida por la raza Dorper y Suffolk, y en menor escala Polipay, Katahdin, Pelibuey y Blackbelly.

Sistema de Producción de Traspatio: Este es el sistema de producción de ovinos con mayor presencia en el Estado, siendo que el 46.1% de los productores manejan este sistema. Se caracterizó por manejar el rebaño bajo cualquier sistema de alimentación, ya sea en estabulación total, praderas, esquilmos y agostaderos o en combinaciones de estos sistemas, manejando un máximo de 20 vientres en producción. El tamaño promedio de rebaño fue de 20.5 ± 12.8 cabezas con un promedio de vientres en producción de 10.9 ± 5.9 . La productividad en este sistema es variable, aunque el promedio fue de 0.60 ± 0.4 animales producidos por vientre por año. Las razas que predominaron en este sistema fueron, en vientres: Rambouillet (38.2%), seguida por Dorper, Pelibuey y Suffolk, y en menor escala Katahdin y Blackbelly. En machos predominó la raza Dorper (38.6%), seguida por Rambouillet y Suffolk, y en menor escala otras razas como Katahdin, Pelibuey y Blackbelly.

Conclusiones

Aunque la información que se ha presentado, hasta cierto punto puede parecer contradictoria, pues a nivel nacional se presenta un panorama favorable para la producción de carne de ovino, debido principalmente a los altos precios ofrecidos por la carne de ovino y a la gran demanda existente en el país, que debe ser satisfecha a través de importaciones de grandes cantidades de carne congelada, aunado a que existen reportes que indican que la República de China incrementará su consumo, aun siendo el mayor productor a nivel mundial, se verá en la necesidad de importar grandes cantidades de carne de ovina, considerando que Australia y Nueva Zelanda serán su proveedor natural, lo que en conjunto indica que este panorama favorable no se modificara en los próximos años. En contra parte, si bien Zacatecas ocupa uno de los primeros lugares nacionales en cuanto a inventario y producción de carne de ovino, la baja productividad que se presenta, es decir, 0.37 corderos producidos por cada animal mantenido en el rebaño, limita considerablemente la rentabilidad que puede tener esta actividad para los ovinocultores locales. No obstante esta situación estatal puede percibirse como un panorama poco alentador, la gran vocación borreguera que tiene el Estado, permite visualizar esta situación como una gran oportunidad para intentar mejorar los parámetros productivos, siempre y cuando puedan conjuntarse esfuerzos de todas las instituciones que de alguna manera influyen en esta actividad con los ovinocultores del Estado. Esta oportunidad se refiere a que gran parte de esta baja productividad se debe a factores que pueden ser mejorados a través de un esfuerzo en asesoría técnica y capacitación hacia los productores, pues el potencial para incrementar la productividad es evidente, independientemente del sistema de producción que se maneje, sin dejar de lado la gran importancia social que tiene la ovinocultura.

Literatura Citada

- Aréchiga FCF. Apoyos gubernamentales para el desarrollo de la ovinocultura en el estado de Zacatecas. Memorias 2º Foro Estatal de Ovinocultura “Desarrollo y Perspectivas” Calera de V. R., Zacatecas. 2006. 87-101.
- Carrera ChJM, Carrera ChB, Sánchez SJJ. Análisis Prospectivo del sistema producto ovino en Zacatecas. 2011. Fundación Produce Zacatecas A C - CIFOVZ.
- FAO. Situación de la biodiversidad en el Sector ganadero. Origen y distribución de los recursos Zoogenéticos. FAO.
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1260s/a1260s03.pdf>
- Flores OJ, De Vega M, Kuntz FS, Del Alizal L. Breve historia de Zacatecas. Serie Breves Historias de los Estados de la República Mexicana. Colección Fideicomiso Historia de las Américas. Fondo de Cultura Económica. Segunda Edición. México, D.F., México. 2003.
- INEGI. 2007. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. <http://www.inegi.org.mx>
- Meléndez G Jr y López R J. Antecedentes de la Ovinocultura en la Colonia. 2005. REVISTA BORREGO <http://www.borrego.com.mx/archivo/n33/f33colon.php>
- Medrano, JA. Recursos animales locales del centro de México. Arch. Zootec. 2000. 49: 385-390.

- Pollot G y Trevor WR. Sheep and goats for diverse products and profits, Diversification booklet number 9. FAO 2009.
- SAGARPA 2010. SIAP Boletín de Precios Internacionales.
- Ulloa-Arvizu R, Gayosso-Vázquez A, Alonso MRA. Origen genético del ovino criollo mexicano (*Ovis aries*) por el análisis del gen del Citocromo C Oxidasa subunidad I. *Tec Pecu Méx.* 2009; 47(3): 323-328.
- Zohary, D.; Tchernov, E.; Kolska orwitz, L. The role of unconscious selection in the domestication of sheep and goats. *Journal of Zoology* 1998; 245(2): 129-135.

**DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y FACTORES RELACIONADOS CON LA
ADAPTABILIDAD DE LA GENÉTICA OVINA A RECURSOS LIMITADOS
POR CONDICIONES DE SEQUÍA**

**PERFORMANCE AND FACTORS RELATED TO ADAPTATION OF OVINE
GENETIC RESOURCES UNDER LIMITED FEED CAUSED BY DROUGHT
CONDITIONS**

Felipe Alonso Rodríguez Almeida

Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua.

Resumen

Bajo las condiciones de sequía por el cambio climático, los ovinos en las unidades de producción de las zonas áridas y semiáridas se enfrentan a condiciones severas de estrés nutricional por la baja disponibilidad de alimento durante periodos prolongados de tiempo. Es bajo estas condiciones que la selección de recursos genéticos adaptados se vuelve un factor prioritario para la sustentabilidad de los sistemas de producción, especialmente cuando los productores no cuentan con los recursos económicos para la compra extraordinaria de insumos. No solo el estrés nutricional y/o los regímenes de alimentación a los que se somete al animal después del nacimiento son los que impactan su desempeño productivo en términos reproductivos, de eficiencia alimenticia, deposición de tejidos y composición y calidad del producto, si no que las condiciones en las que transcurre la gestación en el vientre de la madre determinan en gran medida dicho desempeño. La habilidad de un animal para contender con nuevos ambientes proviene de su capacidad para responder a las variables ambientales y mantener el equilibrio corporal (homeostasis). Sin embargo, un cambio ambiental suficiente para impactar severamente a un individuo puede ser insuficiente para producir una respuesta medible en otro. Esta variabilidad es la que da la oportunidad para mejorar genéticamente el nivel de adaptación del ganado a las condiciones de producción, aún después de haber seleccionado la(s) raza(s) más adaptada(s) a la zona, que normalmente son las locales. Un factor clave para mejorar las características productivas sin afectar la adaptabilidad es hacer la evaluación de los animales bajo las condiciones de producción.

Palabras Clave: Adaptación, Ovinos, Sequía, Alimentación Restringida

Introducción

Hoy en día, el mundo se enfrenta con tres crisis simultáneas e interrelacionadas: 1) el cambio climático; 2) la disminución en la disponibilidad del petróleo; y 3) la reducción en los recursos globales. En el caso de la producción animal, el uso del etanol como biocombustible ha resultado en un incremento sin precedentes en los costos bajo sistemas de producción con un alto uso de insumos, especialmente aquellos que dependen en gran medida del uso de granos. La producción de rumiantes y otras especies como el conejo, con alimentación en base a forrajes y subproductos agrícolas, toman mayor importancia bajo este escenario. Sin embargo, el cambio climático en las zonas áridas y semiáridas del mundo ha resultado en un régimen de lluvias cada vez más errático y extremo. En los

últimos diez años se han presentado los promedios de precipitaciones pluviales más altos y los más bajos. Así mismo, la precipitación se concentra en periodos de tiempo cada vez más cortos. De esta manera, los rumiantes en los agostaderos se enfrentan a condiciones severas de estrés nutricional por la baja disponibilidad de alimento durante periodos prolongados de tiempo. Es bajo estas condiciones que la selección de recursos genéticos adaptados se vuelve un factor prioritario para la sustentabilidad de los sistemas de producción, especialmente cuando los productores no cuentan con los recursos económicos para la compra extraordinaria de insumos.

A la fecha se ha demostrado ampliamente (Greenwood y Cafe, 2007) que no solo el estrés nutricional y/o los regímenes de alimentación a los que se somete al animal después del nacimiento son los que impactan su desempeño productivo en términos de eficiencia, deposición de tejidos y composición y calidad del producto, si no que las condiciones en las que transcurre la gestación en el vientre de la madre determinan en gran medida dicho desempeño, mediante mecanismos complejos a los que se les ha denominado “programación fetal”, “impresión materna” y/o “efectos epigenéticos”, y que son los que regulan la expresión o no expresión de los genes que el animal posee y que determinan los procesos fisiológicos y metabólicos que conllevan al nivel de desempeño productivo que nosotros observamos o medimos. Procesos similares ocurren durante la vida temprana del animal, los cuales se ven reflejados en las etapas posteriores de su vida productiva.

En años pasados, la producción empresarial de ovinos en México se había venido dando bajo sistemas con un alto uso de insumos; sin embargo, con los incrementos sustanciales que se han tenido últimamente en los costos de los alimentos, cada vez se buscan más los sistemas extensivos o semi-extensivos que dependen más del pastoreo de forrajes producidos en los agostaderos o en praderas cultivadas o inducidas, especialmente en el caso del mantenimiento de las borregas vientre.

Existe gran variabilidad en el grado de adaptabilidad y/o sensibilidad de los ovinos a las condiciones de alimentación restringida y del medio ambiente, tanto entre razas como dentro de razas. Dada la demostrada importancia que estas condiciones tienen, tanto sobre la eficiencia productiva como en la calidad del producto obtenido (Hoffman *et al.*, 2012), y dada la complejidad de los procesos fisiológicos y metabólicos relacionados con la constitución genética y la expresión génica en los animales, el objetivo de esta modesta contribución es presentar una revisión de algunas de las características económicamente importantes que se ven afectadas bajo condiciones de alimentación restringida de la madre y en la vida temprana del animal, algunos de los factores que contribuyen a la variabilidad en la respuesta y las posibles estrategias de manejo y selección de los recursos genéticos más adaptados para lograr una producción eficiente y un producto de calidad que cumpla con las características que el mercado demanda.

Bases Biológicas de la Adaptación

La habilidad de un animal para contender con nuevos ambientes proviene de su capacidad para responder a las variables ambientales y mantener el equilibrio corporal

(homeostasis). La severidad (intensidad y duración) de un cambio ambiental, en relación a la capacidad del animal para responder, determina el impacto en el estado de equilibrio del animal y los recursos que éste debe de invertir para reanudar su estado de homeostasis. Sin embargo, un cambio ambiental suficiente para impactar severamente a un individuo puede ser insuficiente para producir una respuesta medible en otro individuo. Las oportunidades de adaptación mediante cambios en el comportamiento en los animales domésticos a veces se ven restringidas con el manejo y las respuestas metabólicas internas tienden a hacerse más prominentes bajo esas condiciones. Así mismo, conforme un factor de disturbio persiste, las respuestas inmediatas de defensa son reemplazadas por mecanismos de adaptación de largo plazo que le permiten al animal lidiar con dichas situaciones de manera permanente. Ejemplos de estos mecanismos son la estacionalidad reproductiva que se presenta en algunas razas de ovinos de acuerdo al fotoperiodo y que se asume que fue un proceso de adaptación para reproducirse cuando las condiciones de disponibilidad de alimento son más benévolas. Otro ejemplo es como las razas de ovinos de pelo, adaptadas a las zonas tropicales, depositan una buena proporción de la grasa en la parte interna del cuerpo, en lugar de la parte externa (grasa subcutánea) como lo hacen las razas de lana adaptadas a las zonas frías, lo que les permite disipar de mejor manera el calor producido por el metabolismo corporal. Éstos son procesos evolutivos con los que a través de la selección natural, en el largo plazo, las razas han logrado cambiar genéticamente y que les ha permitido adaptarse a determinadas condiciones mejor que otras. En la medida en que nosotros tomemos en cuenta estas características particulares de las razas cuando las queremos introducir en determinados ambientes o queremos implementar ciertas prácticas o programas de manejo, vamos a tener mayores posibilidades de éxito en los indicadores de eficiencia productiva. Es por esta razón que las razas locales o criollas normalmente son capaces de producir y reproducirse más eficientemente que las razas introducidas, especialmente bajo condiciones de recursos limitados o lo que se conoce como sistemas de producción de bajos insumos.

Importancia de la Capacidad de Adaptación de los Animales al Ambiente de Producción

La sostenibilidad de nuestros sistemas de producción bajo condiciones de clima extremadamente cambiantes y el alza extraordinaria en los costos de los insumos es la razón más importante para poner la máxima atención a la capacidad de adaptación en la selección de razas e individuos en nuestros programas de mejoramiento genético. En la medida que logremos un mejor entendimiento de la relación que guardan los suelos y las plantas con los herbívoros y la gente, vamos a entender lo que significa estar localmente adaptado. Tenemos que lograr una relación entre éstos elementos que nos permita sostener la producción, la salud y el bienestar de los ecosistemas y que nos permita hacer las actividades del campo rentables y que las podamos disfrutar.

Como lo señala Provenza (2008), mientras que ha habido una tendencia e insistencia en adoptar sistemas intensivos de producción basados en un alto uso de insumos, los cuales se han desarrollado bajo ambientes templados y condiciones muy uniformes, con toda la infraestructura física, incluyendo eficientes y complejos sistemas de comunicación, con

sistemas de financiamiento a todo lo largo de las cadenas productivas, con compañías y agencias esperando a comprar y vender, con un amplio mercado consumidor, nuestra realidad nos indica que la mayor parte del ganado en nuestro país se ubica bajo condiciones sociales, físicas y económicas muy variables, frecuentemente sin una seguridad de poder acceder a los grandes mercados, y al productor comúnmente se le paga la cantidad y no hay un precio diferenciado por la calidad, es imprescindible poner una mayor atención a la adaptabilidad del ganado, especialmente a los vientres que son los que se llevan la mayor proporción de los costos de producción.

Principales Características de Desempeño Afectadas por Condiciones de Disponibilidad Restringida de Alimento

Las características reproductivas son las más afectadas con la restricción de alimento por condiciones de sequía. La priorización en la partición y uso de la energía disponible limita la capacidad de la hembra para volver a quedar preñada, especialmente cuando los requerimientos nutricionales son altos debido al peso corporal y el nivel de producción de leche. La sobrevivencia de la cría es otra de las características que se ve afectada bajo condiciones de alimentación restringida, y cuando ésta llega a sobrevivir, su desempeño de crecimiento y composición de la canal y calidad de la carne se ven afectados por el estrés nutricional padecido durante la gestación y la etapa temprana previa al destete. Estas etapas tempranas en la vida del animal son clave para la diferenciación de las células que darán origen al tejido muscular y al tejido graso (Du, 2012). Se ha observado que animales que padecieron estrés nutricional presentan menos desarrollo muscular y una tendencia a mayor acumulación de tejido graso durante la engorda, lo que resulta en una menor eficiencia alimenticia y canales con menor rendimiento en cortes al detalle. Así mismo, en ovinos se ha observado (Long *et al.*, 2010) que corderas hijas de madres con alimentación restringida en la gestación temprana a intermedia presentaron niveles séricos de progesterona más bajos durante la fase lútea de sus ciclos estrales que los animales control provenientes de borregas con alimentación completa, lo que se vio reflejado en una menor proporción de corderas que llegaron a producir un cordero en sus dos primeros años de vida.

Indicadores Físicos, Fisiológicos y Metabólicos de Sensibilidad de la Hembras Vientre a Condiciones de Disponibilidad Restringida de Alimento

En bovinos se ha estudiado y se usa ampliamente el concepto de “producción en armonía con el medio ambiente”, dentro del cual se trata de empatar el tipo biológico de animales con la disponibilidad de alimento en el medio de producción (Jenkins and Ferrell, 2006). En este caso, el tipo biológico está definido principalmente por el tamaño (peso) y la cantidad de producción de leche y se cuida que en la medida en que se tengan recursos alimenticios limitados, se restrinjan estos indicadores biológicos. Aunque es un concepto que no se ha utilizado ampliamente en el caso de los ovinos, existen razas con programas de mejora genética en los que se evita el uso de animales de talla extrema, cuidando la armonía de los requerimientos nutricionales de la borrega con la disponibilidad de alimento en el agostadero. Así mismo, el indicador físico más utilizado en la práctica para ver la adaptabilidad o sensibilidad del animal a las condiciones del medio es la condición

corporal, que es un claro indicador de la condición nutricional del animal y de su potencial desempeño reproductivo.

Con fines de investigación, se han utilizado los niveles séricos de glucosa e insulina como indicadores de la sensibilidad de los animales bajo diferentes condiciones de estrés y su capacidad para adaptar su metabolismo para lidiar con el problema (Baumgard y Rhoads, 2012), al redistribuir la priorización en el uso de la energía disponible para diferentes actividades (mantenimiento, producción, reproducción). A nivel práctico, Mulliniks *et al.* (2012), con base a sus resultados de investigación en bovinos, sugieren el uso de los niveles séricos de IGF-I y Beta-hidroxi-butilato (BHB) previos al parto como indicadores de la condición nutricional de las hembras y la posibilidad de volver a quedar preñadas después del parto, con lo cual se pueden tomar decisiones de manejo diferenciado de los animales para lograr el éxito reproductivo. En un estudio realizado en la zona noroeste templada del estado de Chihuahua (Rodríguez-Almeida *et al.*, 2011), en donde se comparó el desempeño de borregas F₁ Dorper y Katahdin, se observó que éstos indicadores (IGF-I y BHB) coincidieron en buena medida con el comportamiento en los cambios de peso promedio de las borregas en ambos grupos raciales a través del año y con su desempeño productivo.

Estrategias de Mejoramiento Genético y Manejo para Lograr Animales más Adaptados y Productivos bajo Condiciones de Ambientes Áridos y de Sequía

La adaptación constituye la evolución que se da en las características que mejoran la sobrevivencia y la aptitud de los individuos dentro del ambiente prevaleciente en el medio en que se encuentra la población. Para fines prácticos, se define como la habilidad de los animales para sobrevivir, producir y reproducirse a pesar de los factores estresantes y los retos prevalecientes. Como puede inferirse, esto requiere de un proceso largo de convivencia con los factores estresantes y de selección natural o inducida. Por ello, las acciones encaminadas a aprovechar, conservar y/o mejorar las características de adaptación, que se pueden y se deben implementar son las siguientes:

- 1) Seleccionar razas que estén adaptadas a las condiciones del ambiente de producción, de preferencia razas locales que hayan estado sometidas a esas condiciones por largos periodos de tiempo. Cuando se vayan a introducir nuevas razas, antes de hacer importaciones masivas, primero se deben evaluar, comparando su desempeño tanto de producción como de adaptación con las razas locales.
- 2) Aprovechar el vigor híbrido que produce el cruzamiento de razas y que normalmente va aparejado con una mejora en los niveles de aptitud de los animales, tomando como base el uso de razas maternas adaptadas, rústicas, complementadas con razas paternas que mejoren las características de producción y calidad del producto.
- 3) Dar lugar a los procesos de selección natural y evolución que permiten a los animales ir adecuando sus características físicas, fisiológicas y metabólicas a las condiciones cambiantes del ambiente. Cuando se aplica selección artificial para características productivas, hay que procurar hacerlo bajo las condiciones de los sistemas de producción comerciales, sin mejorar las condiciones más allá de lo que hace el productor comercial.
- 4) Aplicar selección para mejorar las características relacionadas con la adaptación. Algunas de éstas son heredables, aunque algunas son difíciles y/o caras de medir. A pesar de esto, la selección puede ser efectiva.
- 5) Seleccionar para mejorar vida productiva, en lugar de características específicas que van en detrimento de los niveles de adaptación.

- 6) Implementar índices de selección para mérito total. Requiere conocer las heredabilidades de todas las características, sus valores económicos relativos y las correlaciones genéticas entre ellas. Es todo un reto bajo la situación que guarda la ganadería en nuestro país.

Conclusiones

La adaptación que algunas razas tienen a ciertas condiciones de producción es una característica que se logró a través de muchos años de evolución dada por la selección natural y algunas veces, las menos, por la selección realizada por el hombre. La manera más sencilla de aprovecharla y mantenerla en nuestros sistemas de producción es con el uso de raza adaptadas y cuidando que la selección que nosotros aplicamos para características productivas no vaya en contra de las características de adaptación. Cómo y dónde evaluamos el desempeño de nuestros animales de pie de cría para tomar las decisiones de selección es clave para mantener la adaptación. Dados los cambios tan drásticos que se vienen dando en las condiciones ambientales y el tiempo que toma para lograr la adaptación de nuestros animales, es imperante que trabajemos con anticipación y buscando las mejores herramientas que nos ayuden a lograr la adaptación en tiempo. Nunca hay que olvidar que algunas veces estar en el promedio es ser superior, y ser superior es ser inferior.

Literatura Citada

- Baumgard, L. H., y R. P. Rhoads. 2012. Ruminant production and metabolic responses to heat stress. *J. Anim. Sci.* 90:1855-1865.
- Du, M. 2012. Manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. *J. Anim. Sci. (Suppl. 3)* 90:419 (Abstr.)
- Greenwood, P. L., y L. M. Cafe. 2007. Prenatal and pre-weaning growth and nutrition of cattle: Long-term consequences for beef production. *Animal* 1:1283-1296.
- Hoffman, M. L., M. A. Rokosa, S. Neupane, S. M. Spignesi, J. Lee, S. A. Zinn, y K. E. Govoni. 2012. The effects of intrauterine growth retardation (IUGR) due to poor maternal nutrition on adipose tissue development and metabolic status in sheep. *J. Anim. Sci. (Suppl. 3)* 90:182 (Abstr.)
- Jenkins, T. G., y C. L. Ferrell. 2006. Matching Beef Genetics with Production Environment. *Proceedings of the 38th Beef Improvement Federation Annual Meeting*. U.S.A. p. 41-46.
- Long, N. M., M. J. Nijland, P. W. Nathanielsz, y S. P. Ford. 2010. The effect of early to mid-gestational nutrient restriction on female offspring fertility and hypothalamic-pituitary-adrenal axis response to stress. *J. Anim. Sci.* 88:2029–2037.
- Mulliniks, J. T., A. J. Roberts, R. C. Waterman, T. W. Geary, E. J. Scholljegerdes, y M. K. Petersen. 2012. Assessment of serum IGF-1 and β -hydroxybutyrate concentrations on reproductive performance prior to calving and breeding in young beef cows grazing native range. *J. Anim. Sci. (Suppl. 3)* 90:324 (Abstr.)

Provenza, F. D. 2008. What does it mean to be locally adapted and who cares anyway?. J. Anim. Sci. 86(E. Suppl.):E271–E284.

Rodríguez-Almeida, F. A., V. E. Segovia B., J. A. Grado A., M. E. Burrola B., C. A. Arzola A., y G. N. Aguilar P. 2011. Niveles séricos de β -Hidroxibutirato e IGF-I en borregas F₁ Dorper y Katahdin bajo condiciones semiextensivas del noroeste de Chihuahua. Memorias de la Reunión Conjunta de Producción Animal y Manejo de Pastizales. Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, Chih. 5 p.

UTILIZACIÓN DE FORRAJES EN EL MANEJO NUTRICIONAL DEL OVINO UTILIZATION OF FORAGES IN THE NUTRITIONAL MANAGEMENT OF SHEEP

RICARDO D. AMÉNDOLA¹

¹Programa de Posgrado en Producción Animal, PUIS en Forrajes, Universidad Autónoma Chapingo

Resumen

El objetivo de la presente conferencia es presentar información sobre las especies forrajeras disponibles en México para la alimentación de ovinos. Asimismo, se pretende discutir brevemente alguna de las variables de manejo más importante de los ovinos en pastoreo. Existe una amplia gama de leguminosas y gramíneas forrajeras para manejarse en clima templado en la alimentación de ovinos. Las características de estas especies son muy variadas, por lo que la elección del recurso forrajero que se va a emplear en un rancho debe tomar en cuenta las ventajas y desventajas relativas de cada especie en la región y en particular en las condiciones del rancho. El manejo que se haga del recurso forrajero debe atender a metas de producción de forraje sin descuidar aspectos de valor nutritivo que tiene alto impacto en el desempeño animal. Tanto en los sistemas de cría como en los de engorda, la producción en pastoreo se vuelve muy atractiva ante el aumento de precios de los granos. La carga animal y manejo de la alimentación suplementaria en pastoreo, son decisiones de importancia mayor que afectan el desempeño económico de las empresas ovinas pastoriles; sin embargo la información nacional al respecto de estas variables es muy escasa. Para cumplir adecuadamente con las demandas de la ovinocultura nacional, la investigación sobre forrajes debe tomar en cuenta las demandas de los productores.

Palabras clave: gramíneas, leguminosas, valor nutritivo, carga animal, suplementación

Introducción

La producción y utilización de forrajes debe generalmente responder a las necesidades de los sistemas de producción existentes; pero en muchos casos, las innovaciones en producción y utilización de forrajes redefinen esos sistemas y son la base de los aumentos en eficiencia que les confieren sustentabilidad. Buena parte del incremento en la producción ovina nacional ha tenido lugar con ovinos de pelo en regiones tropicales. En este caso, el pastoreo de praderas sembradas ha constituido la base de la alimentación, pero en el resto de los sistemas mexicanos de ovinos no han existido condiciones para que sea amplia la adopción de producción y utilización intensiva de forrajes.

En la necesaria evolución de los sistemas de ovinos hacia opciones de mayor sustentabilidad, los aspectos forrajeros serán claves de la innovación productiva, particularmente debido al menor costo de los nutrientes que proporcionan (Cuadro 1). Con la perspectiva de comercialización de carne ovina en forma de cortes, el mejor color y su estabilidad así como la extensión de la vida de anaquel serán atributos importantes; el contenido de vitamina E de los forrajes contribuye a mejorar estos atributos por lo que

con esta perspectiva aumentará en el interés en la alimentación con forrajes. Un elemento nuevo es la preocupación de los consumidores por la composición nutracéutica de los productos que consumen; la composición de ácidos grasos de la carne de ovinos alimentados con alta proporción de forrajes es más saludable, lo que aumentará en valor de esos animales (Scollan *et al.*, 2005).

De la descripción de los sistemas tradicionales de producción ovina del Centro de México, donde cuatro estados (México, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala) concentran 43% de la producción nacional, se deduce que hasta principios del Siglo XXI no ha habido posibilidades para el uso intensivo de forrajes. La producción está estratificada en fases de cría y finalización (Vargas *et al.*, 2004). La fase de cría se lleva a cabo predominantemente por productores pequeños con pocos recursos y en condiciones extensivas, con la alimentación basada en pastoreo (parcialmente trashumante) de pastizales nativos, residuos de cosecha y bordes de caminos. Las deficiencias nutricionales están entre los problemas más críticos de este sistema; sin embargo, por múltiples razones, la disposición para intensificar la producción y utilización de forrajes es muy baja. La fase de engorda se lleva a cabo en corrales, con dietas altas en granos o subproductos industriales y buenas ganancias de peso. A pesar de las condiciones actuales con altos precios de insumos, en las que se espera que un mayor uso de forrajes mejore la rentabilidad, la inercia que impide cambios en paradigmas productivos ha causado que también en este caso haya sido bajo el interés por intensificar la producción y utilización de forrajes.

Cuadro 1. Costos de nutrientes con diferentes alimentos en el Centro de México en 2012.

	PRECIO KG EN FRESCO \$/KG	PROPORCI ÓN DE AGUA %	PRECIO BASE SECA \$/KG	CONTENIDO DE ENERGÍA MCAL EM/ KG MS	COSTO DE ENERGÍA \$/MCAL EM	CONTENID O DE PROTEÍNA % DE MS	COSTO DE PROTEÍNA \$/KG PC
ALFALFA FRESCA	0.20	78	0.90	2.35	0.381	25.0	3.58
HENO DE ALFALFA	1.97	20	2.46	2.16	1.140	21.8	11.30
HENO DE AVENA	1.56	20	1.95	1.83	1.066	9.3	20.97
ENSILADO DE MAÍZ	0.51	68	1.61	2.33	0.689	8.8	18.25
CONCENTRADO LECHERO	4.80	10	5.33	3.16	1.688	18.0	29.63
PASTOREO	N/A	78	0.57	2.50	0.277	25.0	2.27

La baja eficiencia biológica del proceso de cría, obliga a un análisis cuidadoso de la viabilidad económica de opciones de intensificación de la base forrajera. Por lo pronto, la cría en condiciones de estabulación queda descartada; no obstante, la cría en pastoreo de praderas templadas es económicamente atractiva cuando se integra a la engorda en un esquema de ciclo completo. Por tanto, una de las formas para aumentar la sustentabilidad de la producción ovina en el Centro de México consistirá en la integración de cría y

engorda; en esta opción los aspectos de producción y utilización intensiva de forrajes resultan de particular importancia (Améndola, 2007).

La producción con caprinos está mayoritariamente en manos de población rural de muy escasos recursos, 73% de las unidades de producción con 84% del rebaño son ejidales (Hernández, 2000). La producción de leche de cabra se concentra (75%) en las cuencas de La Laguna y Celaya. Si bien existen algunas unidades de producción con cabras de alto mérito genético, estabuladas y alimentadas con concentrados y forrajes de corte, el reporte de IDRC (1999) revela que la mayor parte de la producción en esas cuencas tiene lugar en condiciones muy rudimentarias con rebaños de menos de 150 animales, alimentación con residuos de cultivo y déficits alimenticios entre diciembre y mayo. En el resto de la producción caprina predominan los rebaños muy pequeños (menos de 50 animales) con su alimentación basada en pastoreo y ramoneo de pastizales nativos, con pastores que siguen rutas regulares en pastizales y bordes de caminos, la suplementación es esporádica, mayormente con rastrojo de maíz; los parámetros productivos son muy bajos y no se dispone de canales de comercialización específicos (Hernández, 2000). Con esas limitaciones han sido escasas las posibilidades de adopción de innovaciones forrajeras; no obstante, la intensificación hacia escalas comerciales de producción caprina, deberá incluir aspectos de usos de forrajes que permitan mayor eficiencia en las estrategias de alimentación. En este marco, se destaca la casi nula investigación sobre forrajes sembrados para los caprinos en México.

En términos de incremento de la sustentabilidad de los sistemas pecuarios basados en forrajes, se considera que la intensificación de la producción y utilización de forrajes sembrados en las áreas más aptas permitirá reducir la presión sobre las áreas de agostadero más amenazadas por degradación. Con base en esta consideración, en esta conferencia se prestará atención a los forrajes sembrados partiendo de la base que no existe “la mejor especie”, sino una serie de especies que pueden combinarse para darnos una adecuada solución al desafío de suministrar forraje en cantidad y calidad; para ello es necesario tener en cuenta sus atributos de adaptación a clima y suelo, productividad, distribución estacional directa o por conservación, calidad nutricional, costos de insumos, facilidad de establecimiento y persistencia

La evolución del área sembrada con recursos forrajeros en los últimos años se presenta en la Figura 1. Estas estimaciones, basadas en datos estadísticos de SIAP (2004), implican subestimación de áreas con praderas permanentes de temporal (Améndola *et al.*, 2005). La mayor área corresponde a praderas y forrajes de riego en el Norte y Centro, recursos forrajeros regularmente empleados en los sistemas especializados de producción de leche de vaca, que han sido los más dinámicos en la adopción de tecnología forrajera.

Forrajes de climas templado y árido en el Centro y Norte de México

Entre 1990 y 2002 (sin considerar la totalidad de área sembrada con praderas permanentes de temporal) el área sembrada con forrajes en el Centro y Norte de México pasó de 1.8 a 3.4 millones de ha, con iguales proporciones en las áreas de riego y temporal. En la Cuadro 2 se presenta la proporción de los diferentes recursos forrajeros sembrados. Alfalfa de riego, avena y maíz de riego y temporal y praderas permanentes de

riego, ocupan más de 80% del área dedicada a la producción intensiva de forrajes. Regularmente en cada unidad de producción, la distribución del área con estos diferentes recursos forrajeros responde a una rotación de recursos permanentes (3 a 4 años) con recursos anuales de invierno o verano (2 años). En el Cuadro 3 se sintetiza información sobre su rendimiento y composición. Es evidente que la composición nutricional promedio de los forrajes de clima templado es buena y que tal como se les utiliza en los sistemas lecheros especializados, alfalfa y maíz son forrajes complementarios debido a su composición, ya que la primera aporta proteína y el segundo energía. En el Cuadro 4 se sintetizan los atributos más importantes de las principales especies forrajeras de clima templado.

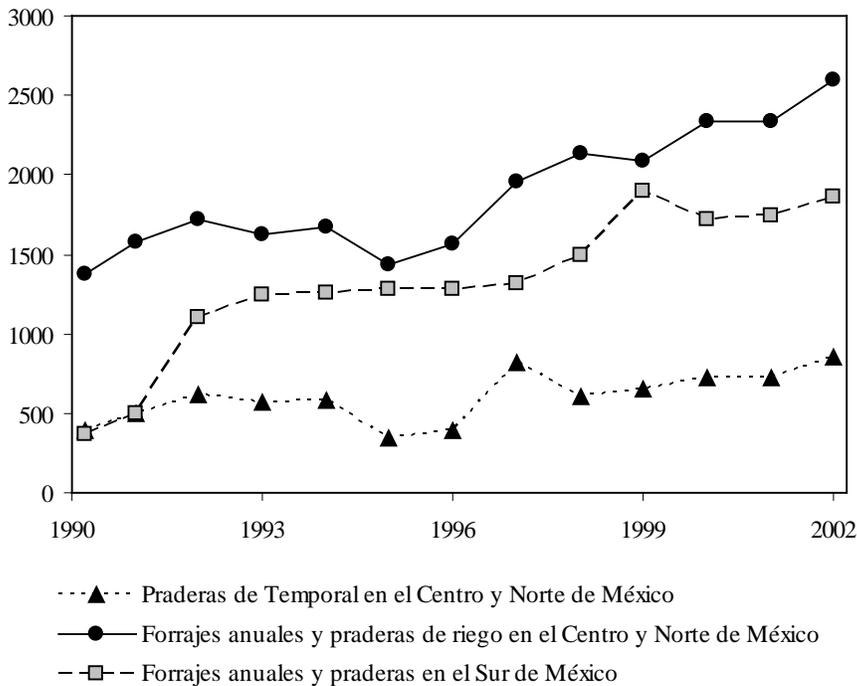


FIGURA 1 EVOLUCIÓN DEL ÁREA SEMBRADA CON RECURSOS FORRAJEROS. ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN DATOS ESTADÍSTICOS DE SIAP (2004),

Gramíneas perennes de riego.

Ballico o raigrás perenne (*Lolium perenne*): las variedades más utilizadas son Linn, Tetraploide americano, Barlatra, Cropper, Talbot, Nui. Tiene muy buena producción invernal, excelente calidad, pobre persistencia, es muy exigente en humedad y fertilidad del suelo, su establecimiento es fácil y se adapta a pastoreo continuo. **Zacate oவில் u orchard (*Dactylis glomerata*):** es una excelente opción para asociarse con alfalfa o trébol blanco, la variedad predominante es Potomac, también Baraula se usa frecuentemente. Su producción invernal es muy mala, tiene buena calidad y persistencia, no se adapta a suelos alcalinos, resiste falta de humedad, su establecimiento es relativamente fácil, prefiere pastoreo rotacional. **Festuca o alta Fescue (*Festuca arundinacea*):** la variedad predominante es K31, otras variedades que se emplean son Barcel y Fawn; se deben emplear variedades libres de endófito (toxicosis). Tiene buena producción invernal, calidad mediocre y excelente persistencia, se adapta a todo tipo suelos y resiste la sequía,

su establecimiento es lento y difícil por lo que requiere buena cama de siembra y buen control de malezas, se adapta a pastoreo continuo, pero en primavera debe mantenerse corta para que no encañe.

Cuadro 2. Proporción del área sembrada con forrajes (sin considerar praderas permanentes de temporal) en el Centro y Norte de México. Adaptado de Améndola *et al.* (2005).

Condición	Recurso forrajero	Porcentaje del área nacional
Riego	Alfalfa	23.3
	Praderas	9.8
	Avena	5.5
	Maíz	4.5
	Sorgo	4.2
	Otros forrajes	3.7
Temporal	Avena	25.8
	Maíz	12.7
	Sorgo	5.2
	Otros forrajes	5.2

Cuadro 3. Rendimiento y composición de recursos forrajeros de clima templado. Adaptado de Améndola *et al.* (2005).

	Rendimiento (t MS ha ⁻¹ año ⁻¹)			PC %	Mcal EM/kg MS
	Mínimo	Máximo	Medio		
Alfalfa	6.0	35.8	24.9	24.1±1.1	2.69±0.05
Praderas permanentes	12.8	24.5	17.9	18.8±1.4	2.57±0.07
Avena	4.5	15.3	9.7	16.5±1.5	2.58±0.08
Maíz	9.6	34.1	18.7	7.8	2.59

Gramíneas perennes de temporal de origen tropical.

Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*): zacate estolonífero de origen africano que es una muy buena opción para altitudes entre 1000 y 3000 msnm con clima templado subhúmedo, en forma latente resiste la sequía por lo que se le utiliza sin disponibilidad de riego con precipitaciones mayores a 600 mm. Dominante en bordes de caminos, muy resistente al pastoreo continuo, su composición nutricional es mucho mejor que la de otros zacates de origen tropical. Debido a la dificultad y costo para obtener semilla comercial, la implantación debe realizarse empleando guías de 15 a 20 cm, y esto constituye la principal limitación para su difusión. **Buffel** (*Cenchrus ciliaris*): variedades Común o Americano, Nueces, Formidable, Biloela, amacollada con hábitos variando desde muy erecta hasta ligeramente decumbente, se adapta mejor a suelos livianos y de texturas medias, medianamente exigente en fertilidad, prefiere suelos neutros a alcalinos (requiere pH mayor a 5.5) con tolerancia media a la salinidad, es la especie mejor adaptada a condiciones secas que prevalece con precipitaciones entre 300 y 700 mm, no soporta inundaciones, se le ha encontrado en altitudes hasta 2500 msnm, su distribución

es amplia en áreas con temperaturas medias anuales entre 12 y 28 °C, muy lento en el establecimiento puede llegar a requerir entre 4 meses y un año hasta el primer pastoreo, es muy tolerante al pastoreo pero se debe dejar el forraje residual con 7 cm de altura y para mantener buena calidad no se le deben dar descansos mayores a 8 semanas. **Rhodes** (*Chloris gayana*): gramínea amacollada regularmente cuyas variedades más importantes son Bell, Callide, Pioneer. Estolonífera, prolifera en diferentes tipos de suelos, salvo en los muy pesados, muy tolerante a suelos salinos, alcalinos y sódicos, no se adapta bien a suelos ácidos (prefiere pH mayor a 5.5). Se le siembra regularmente en áreas con precipitación entre 500 y 1200 mm y período seco mayor a 6 meses y prospera en altitudes de hasta algo más de 2000 msnm. En México se ha adaptado bien a condiciones de hasta 2500 msnm con clima templado subhúmedo, con temperaturas medias anuales tan variables como 16.5 y 26 °C. Las virtudes del zacate rhodes son su amplia adaptación, facilidad de establecimiento, valor nutritivo aceptable cuando se encuentra en estado vegetativo, tolerancia al pastoreo severo, resistencia a plagas y enfermedades y buena autosiembra con semilla propia.

Gramíneas anuales

Ballico o raigrás anual (*Lolium multiflorum*) sus variedades predominantes son Tetraploide común, Beef Builder, Gulf, Barspectra, Abundant, Hércules, Westerwold. Su producción invernal es muy buena y calidad es excelente. Persiste varios ciclos de cosecha (pastoreo) pero es muy exigente en humedad y fertilidad. Es de muy fácil establecimiento (incluso sin labranza), prefiere pastoreo rotacional. **Avena** (*Avena sativa*), las variedades dominantes son Karma, Cevamex, Chihuahua, Juchitepec, Cuauhtemoc, Saia (*A. strigosa*). Tiene muy buena producción invernal, buena calidad, su persistencia permite un máximo de dos ciclos de cosecha (corte o pastoreo), Saia puede ser más persistente siempre y cuando se le coseche en estado vegetativo. Es poco exigente en suelos, en ciclo de verano es susceptible a royas (Saia es resistente), su establecimiento es muy fácil y requiere pastoreo rotativo. **Cebada** (*Hordeum vulgare*), las variedades clásicas son Esmeralda y Cerro Prieto, sin embargo debido a la agresividad de las aristas son poco aptas como forraje; actualmente se trabaja con variedades imberbes (capuchonas). Su producción invernal es excelente y es de buena calidad. Permite un solo ciclo de cosecha pero es muy precoz en su establecimiento (buen forraje en menos de 50 días). **Triticale** (*Triticum* spp x *Secale cereale*) la variedad más conocida es Eronga pero se han evaluado muchos materiales nuevos. Tiene más amplia adaptación a clima y suelo que la avena y generalmente en las evaluaciones resulta más productivo. **Maíz** (*Zea mays*) año con año surgen nuevos materiales (híbridos y variedades), con razonable disponibilidad de humedad y fertilidad y buena densidad de plantas (80 a 90 mil plantas/ha) rinde más de 15 toneladas de materia seca (60 ton fresco) de un forraje rico en carbohidratos que resulta muy fácil de ensilar. El ensilado de maíz puede ser una buena fuente de forraje para ovinos. Si bien la listeriosis es una preocupación cuando se alimenta con ensilados, su incidencia está asociada con el consumo de ensilado en mal estado con pH alto entre 5.6 y 9.6, mal prensado o demasiado húmedo (Perea et al., 2009). Bell (1997) recomienda no suministrar la capa superior del ensilado ni ensilado con moho u otro tipo de daño, introducir el ensilado gradualmente en la dieta, no comenzar a suministrar ensilado a todo el rebaño simultáneamente y proveer agua limpia y abundante. De acuerdo a este autor, el ensilado de maíz es una buena fuente de energía

pero sus contenidos de proteína y calcio son bajos (Cuadro 5), de modo que cuando constituye una proporción importante del forraje debe suplementarse con proteína, macro y micro minerales y vitaminas D y E. Asimismo, sugiere que se puede suministrar a razón de 3 a 4% del peso vivo a borregas adultas para mantenimiento, en tanto que como fuente principal de forraje durante el primer mes de lactación se debería suministrar a razón de hasta 4 kg por borrega. Para el caso del empleo de ensilado en dietas de corderos sugiere un cuidadoso análisis económico frente a la alternativa de dieta alta en concentrado.

Sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* x *S. sudanense*) hay materiales de nervadura café y de caña más dulce (Super Sweet II, Sumore I), algunos materiales producen más de 15 ton/ha de materia seca en más de una cosecha, con porcentajes de digestibilidad mayores a 70%, está mejor adaptado que maíz a baja disponibilidad de humedad, se puede ensilar perfectamente aunque el producto no alcanza la calidad del ensilado de maíz, si se proporciona fresco no debe estar tierno por los riesgos de intoxicación por glucósidos cianogénicos. **Sundan grass** (*Sorghum sudanense*), la variedad más frecuente es Kikapoo, sus tallos son más delgados que los de los sorgos híbridos, presenta menores riesgos de intoxicación por glucósidos cianogénicos y se adapta para henificación y pastoreo.

Cuadro 4. Atributos más importantes de las principales especies forrajeras de clima templado.

Grupo	Especie	Producción invernal	Calidad	Persistencia	Suelos	Establecimiento	Pastoreo
Gramíneas perennes	Raigrás (p)	Muy buena	Excelente	Pobre	Exigente	Fácil	Continuo
	Orchard	Muy mala	Buena	Buena	No alcalinos	Regular	Rotativo
	Festuca	Buena	Mediocre	Excelente	Todo tipo	Difícil	Continuo
Gramíneas anuales	Raigrás (a)	Muy buena	Excelente	Varios ciclos	Exigente	Muy fácil	Rotativo
	Avena	Muy buena	Buena	Dos ciclos	Poco exigente	Muy fácil	Rotativo
	Cebada	Excelente	Buena (capuchonas)	Un ciclo	Poco exigente	Precoz	Rotativo
	Triticales	En condiciones pobres mayor productividad que avena.				Todo tipo	Rotativo
	Maíz	Muy alta productividad y muy fácil de conservar con calidad aceptable					
	Sorgos	Mejor adaptación a sequía pero calidad más baja que maíz					Rotativo
Leguminosas perennes	Alfalfa	Mediocre	Muy buena	4 años	No ácidos buen drenaje	Fácil	Rotativo
	Trébol blanco	Muy buena	Excelente	Varía	Pesados	Muy fácil	Continuo
	Trébol rojo	Mediocre	Buena	2 años	Poco exigente	Muy fácil	Rotativo
Leguminosas anuales	Bersee m	Muy mala	Muy buena	Anual	No ácidos	Fácil	Rotativo
	Ebo	Muy buena	Buena	1 a 2 ciclos	Poco exigente	Fácil	Rotativo

Leguminosas perennes

Alfalfa (*Medicago sativa*), sus variedades de mayor uso son Cuf 101, Valenciana o Aragón, Júpiter, San Miguelito y Oaxaca. Su producción invernal es aceptable, produce forraje de muy buena calidad, en México persiste únicamente entre 3 y 4 años debido pudriciones de raíz y corona, para buena persistencia requiere que en el pastoreo rotativo o el corte se le den descansos mínimos de 35 días en primavera y verano y de 42 días en otoño e invierno. No se adapta suelos ácidos o mal drenaje y es de fácil establecimiento. Regularmente provoca timpanismo. **Trébol blanco** (*Trifolium repens*) generalmente se comercializa como “Ladino” sin especificar la variedad. Tiene muy buena producción

invernal y su calidad es óptima con digestibilidades del orden de 80%. Su persistencia varía: en suelos pesados de buena humedad puede durar varios años (por ejemplo en Tulancingo) pero en suelos livianos con poco fósforo no es persistente. Es muy fácil de establecer, incluso con siembras sin labranza, pero su semilla no debe quedar profunda, acepta pastoreo continuo, representa riesgos de timpanismo. **Trébol rojo** (*Trifolium pratense*), la variedad más común es Kenland, su producción invernal es mediocre, la calidad de su forraje es buena. Persiste únicamente 2 años (muy rara vez más), es menos exigente en pH y fertilidad del suelo que alfalfa y trébol blanco, es de muy fácil establecimiento y precoz. El pastoreo debe ser rotativo y deben tomarse precauciones contra el timpanismo.

Leguminosas anuales

Berseem (*Trifolium alexandrinum*) las variedades usuales son Belem y Carmel, su porte es erecto. Su producción invernal es mala y es poco resistente a las heladas, es de muy buena calidad nutricional. No tolera suelos ácidos, es de fácil establecimiento y requiere pastoreo rotativo. **Ebo o Veza** (*Vicia sativa*), regularmente no se menciona variedad o se le conoce como “común”. Es una planta trepadora con zarcillos por lo que conviene asociarla con un cereal (avena o cebada) que le sirva de tutor. Tiene muy buena producción invernal, buena calidad. Persiste de 1 a 2 ciclos de cosecha, es poco exigente en calidad del suelo, muy fácil de establecer incluso sin labranza y requiere pastoreo rotativo.

Cuadro 5. Composición típica de ensilado de maíz cosechado con 35% MS y 50% de grano (Bell, 1997).

MS	PC	% de la MS			Mcal / kg MS			% de la MS			
		FDA	FDN	NDT	ENM	ENL	ENG	Ca	P	Mg	K
35%	8.4%	25%	47%	70%	1.53	1.51	0.95	0.2%	0.22%	0.19%	1.1%

Valor nutritivo

El valor nutritivo es una característica esencial de los forrajes; la mejor expresión del valor nutritivo de un forraje es el desempeño productivo de los animales que lo consumen. Por ejemplo, Bolaños (2008) evaluó diferentes gramíneas forrajeras con borregos bajo pastoreo en Tabasco, la mayor producción de forraje fue de Humidícola (*Brachiaria humidicola*) sin embargo, dado que su valor nutritivo es bajo, la ganancia de peso con esta especie en monocultivo (65 g d-1) fue menor que cuando se le asoció con Insurgente (*B. brizantha*, 100 g d-1) o Llanero (*Andropogon gayanus*, 90 g d-1), la diferencia principal radicó en el bajo consumo que los borregos hicieron de Humidícola. Si bien el desempeño productivo es la mejor expresión del valor nutritivo, resultaría muy caro obtener esa información; por eso en forma regular se maneja la información de composición nutricional, considerando como datos más frecuentes los contenidos de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), digestibilidad (DMS), en algunos casos resulta de particular importancia conocer el contenido de minerales; con base DMS y FDA se puede estimar el contenido de energía metabolizable (EM) empleando las ecuaciones 1 y 2.

$$\text{MCal EM/kg MS} = 0.0382 \times \text{DMS} (\%) - 0.191 \quad (1)$$

$$\text{MCal EM/kg MS} = -0.0333 \times \text{FDA} (\%) + 3.432 \quad (2)$$

Améndola *et al.* (2005) reportan que las gramíneas perennes templadas en México suelen tener contenidos aceptables de proteína (16.5%), más aún si les asocia con leguminosas (18.8%), en cambio el nivel de proteína no degradable en rumen puede llegar a ser limitante. Los contenidos de proteína son menores en los casos de maíz, sorgo y las gramíneas perennes de origen tropical. Los valores de digestibilidad de gramíneas tropicales son también por lo regular 10 a 12 % menores que los de gramíneas templadas, cuyo valor medio es 72%. Tanto los contenidos de proteína como la digestibilidad se reducen si los descansos son prolongados; a modo de ejemplo se presenta en la Figura 2 lo que ocurre en el caso de avena forrajera.

Carga animal y suplementación

La productividad es una de las características más importantes de las especies forrajeras. Por lo general se acostumbra expresarla en kg de materia seca por hectárea al año como en el Cuadro 6. Sin embargo, si el manejo es en pastoreo, la productividad se expresa con la carga animal que soportan las praderas (Figura 3), cuando la carga animal es alta sin implicar sobrepastoreo eso significa que la pradera es muy productiva (Figura 4). La suplementación es una medida de manejo que se emplea para corregir desequilibrios de los recursos forrajeros en términos de calidad, productividad y estacionalidad.

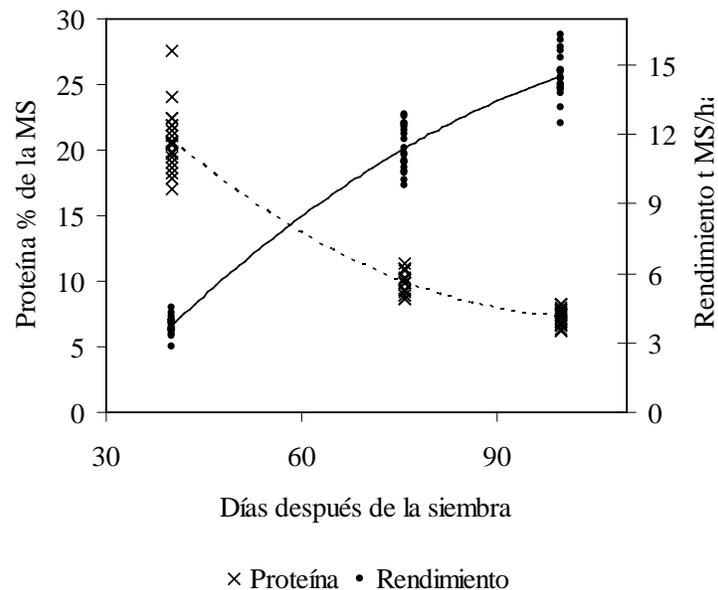


Figura 2. Evolución del contenido de proteína y el rendimiento de avena. Adaptado de Tovar *et al.* (2000).

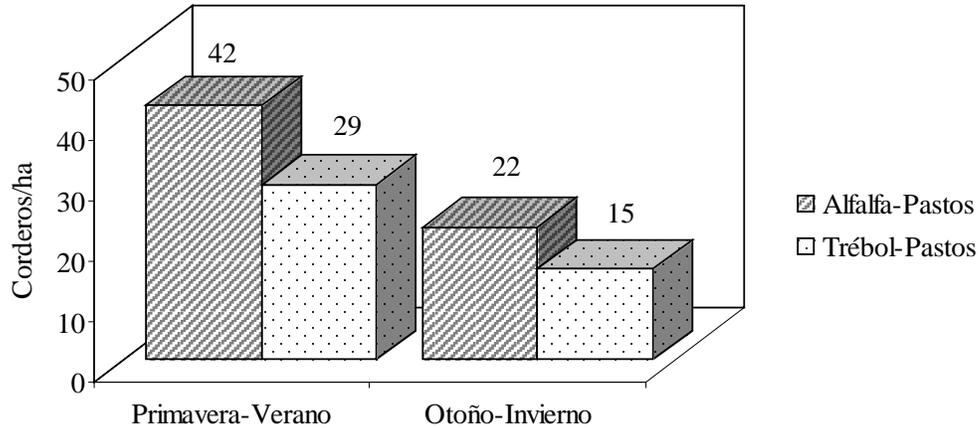


Figura 3. Carga animal de acuerdo a época del año y tipo de praderas. Fuente: Améndola (2008).

De acuerdo a Améndola (2008), en el manejo alimenticio de los ovinos en pastoreo intensivo hay que tomar en cuenta que: 1) el crecimiento de las praderas no es parejo todo el año, por ejemplo en clima templado con riego, las praderas crecen el doble en primavera y verano de lo que crecen en otoño e invierno; 2) los requerimientos nutricionales del rebaño no son uniformes durante todo el año, sobre todo del pié de cría por cambios en la población y en el estado fisiológico (gestación, parición y lactancia); esta demanda no siempre corresponde con la oferta de forraje de la pradera; 3) con suplementación se pueden evitar o reducir los momentos críticos en las borregas de cría por ejemplo durante el último tercio de la gestación y primera mitad de la lactación, y se puede mejorar el desempeño reproductivo si se le usa previo y durante el empadre; 4) la suplementación permite lograr mejores ganancias diarias de los corderos, con lo que se acortan los ciclos de engordas y eso resulta económicamente atractivo en muchos casos; 5) en la mayor parte de los ranchos que basan su alimentación en praderas, el área disponible es el principal factor limitante para el crecimiento de la empresa. Debido al efecto sustitutivo, la suplementación permite mantener mayor carga animal y con ello superar parcialmente esa limitante e incrementar la productividad del rancho.

En engordas en pastoreo de praderas de clima templado de México, se pueden esperar ganancias entre 120 y 150 g an-1 d-1 con cargas entre 30 y 40 borregos ha-1 con una productividad entre 4.5 y 5 kg PV ha-1 d-1 durante otoño e invierno y ganancias entre 120 y 130 g an-1 d-1 con cargas de hasta 60 borregos ha-1 con una productividad de aproximadamente 7.5 kg PV ha-1 d-1 durante primavera y verano. Es probable que desde el punto de vista económico-financiero, esos niveles de ganancia individual sin suplementación resulten poco atractivos; sin embargo con suplementación pueden establecerse metas de ganancias deban ligeramente superiores a los 200 g an-1 d-1. Una vez establecida la meta de ganancia, el nivel de suplementación requerido se puede estimar y también se puede calcular el correspondiente aumento en carga animal mismo que será un componente esencial del beneficio económico de esa suplementación (Améndola, 2007). No obstante, la información disponible en México aún no es suficiente para lograr un buen ajuste inicial de estas decisiones.



Figura 4. Borregas pastoreando con alta carga instantánea una pradera de alfalfa y zacates en el Rancho Santa Marina, Querétaro.

Necesidades de investigación en forrajes para ovinos en México

En los inicios del Siglo XXI, los elementos nuevos en los escenarios de la investigación sobre forrajes para sistemas de ovinos son los siguientes:

- Identificar aspectos forrajeros claves para los sistemas de producción, más aún en el caso de caprinos en los que la investigación con forrajes sembrados ha sido muy escasa. En este tema es probable que tenga un buen potencial el empleo de modelos de simulación.
- Ofrecer opciones forrajeras y de estrategias de alimentación por región-sistema, incluyendo la exploración de sistemas intensivos de ciclo completo.
- Generar innovaciones en conservación de forrajes en particular para pequeños productores.
- Proponer sistemas alternativos como silvopastoriles o de producción orgánica.
- Llevar a cabo análisis de sustentabilidad con enfoque agro-ecosistémico, atendiendo prioridades nacionales en lugar de usar paradigmas internacionales.
- Con relación a la efectividad en la adopción de resultados será necesario generar actividades participativas como herramienta de investigación.
- Atender posibilidades emergentes de mercado, nichos específicos en mercados nacionales y de exportación con nuevas exigencias.
- Sintetizar la información nacional que ha sido presentada en forma diversa.

Conclusiones

Existe una amplia gama de leguminosas y gramíneas forrajeras para manejarse en clima templado en la alimentación de ovinos. Las características de estas especies son muy variadas, por lo que la elección del recurso forrajero que se va a emplear en un rancho debe tomar en cuenta las ventajas y desventajas relativas de cada especie en la región y en particular en las condiciones del rancho. El manejo que se haga del recurso forrajero debe atender a metas de producción de forraje sin descuidar aspectos de valor nutritivo que tiene alto impacto en el desempeño animal. La carga animal y manejo de la alimentación suplementaria en pastoreo, son decisiones de importancia mayor que

afectan el desempeño económico de las empresas ovinas pastoriles; sin embargo la información nacional al respecto de estas variables es muy escasa. Para cumplir adecuadamente con las demandas de la ovinocultura nacional, la investigación sobre forrajes debe tomar en cuenta las demandas de los productores.

Literatura Citada

- Améndola M., R. D. 2007. Manejo y rentabilidad de ovinos en praderas templadas. La Revista del Borrego N°45.
- Améndola M., R. D. (2008). Uso de la suplementación en pastoreo. Sistema Producto Ovinos -Tecnologías para ovinocultores. CDROM y disponible en línea en: <http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/sistema/pdf/forrajesypastizales/usodelasuplementacionenpastoreo.pdf>.
- Améndola R., E. Castillo and P. A. Martínez. 2005. Country Pasture/Forage Resource Profiles. Mexico. [En línea]. Disponible en <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/Counprof/mexico/Mexico.htm>.
- Bell B. 1997. Feeding Sheep Corn Silage. Government of Ontario Ministry of Agriculture Food & Rural Affairs. disponible en <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/sheep/facts/shepcorn.htm>
- Bolaños A., E.D. 2008. Potencial de algunos pastos tropicales para la producción ovina en Tabasco. Memorias V Simposium Internacional de pastizales. agosto 27-29 2008. UAAAN. Saltillo Coah. CDROM. Resúmenes.swf:8/46
- Hernández Z. J. S. 2000. La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México); contribución de la especie caprina y sistemas de producción. Arch. Zootec. 49:341-352.
- IDRC. 1999. Goat Production Systems (Mexico) - Phase I. International Development Research Centre. http://web.idrc.ca/en/ev-26155-201_850181-1-IDRC_ADM_INFO.html
- Perea A., A. Arenas, A. Maldonado, C. Tarradas, I.J.C. Gómez-Villamandos, P.Sánchez, M. Quezada, y L. Carrasco. 2009. Enfermedades infecciosas. AMCO. Disponible en <http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/empezar/infecciosas.html>
- Scollan, N. D., R. J. Dewhurst, A. P. Moloney and J. J. Murphy. 2005. Improving the quality of products from grassland. En: D. A. McGilloway (Ed.) Grassland a global resource. Wageningen Academic Publishers. Wageningen, The Netherlands. pp. 41-56.
- SIAP. 2004. Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>.
- Tovar G. M. R. Espitia R. H. E. y Villaseñor M. H. E. 2000. Potencial productivo y nutricional de genotipos de avena para forraje bajo condiciones de temporal en la Región de Valles Altos. Proceeding XXVIII Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Tapachula, Chiapas, Mexico. pp. 107-110.
- Vargas L., S., R. Hernández L., J. Gutiérrez P., A. Martínez L., D. Baez S. y J. S. Hernández Z. 2004. Análisis de los componentes de la cadena productiva de ovinos en el Estado de Puebla. En: B. A. Cavallotti V. y V. H. Palacio M. (Eds.). La Ganadería Experiencias y Reflexiones. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Mexico. pp. 179-192.

**LA CADENA AGROALIMENTARIA DE CARNE ORGÁNICA - UNA
OPCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE BOVINOS CARNE**

**THE ORGANIC BEEF SUPPLY CHAIN – AN OPTION FOR BEEF
CATTLE PRODUCTION**

P. Fajersson

*EcoAgroPec
,Hueytamalco, Puebla*

Resumen

El objetivo de este proyecto fue integrar la cadena agroalimentaria pionera de carne bovina orgánica en el trópico mexicano con el fin de sensibilizar e introducir estos productos de valor agregado en el mercado nacional y en paralelo exportar carne de calidad a Europa. Preocupaciones por la salud humana, los recursos naturales y bienestar animal ha fomentado la demanda de la carne orgánica. Esta demanda representa una oportunidad a seguir produciendo carne en pastoreo, aprovechando en forma sustentable los abundantes recursos naturales y obtener un valor agregado a la carne. Después de mas que una década, la primera cadena agroalimentaria de carne bovina orgánica en el trópico mexicano sigue siendo redituable no solo en la actualidad pero en seis escenarios futuros. El volumen de la carne producida crece sin deterioro a los recursos naturales y la eficiencia energética y la estabilidad económica siguen incrementando, así demostrando la sustentabilidad de la cadena. El interés en la carne orgánica se ve reflejado en la colaboración y apoyo del proyecto a semejantes actividades en ocho estados del país. Mercados con valor agregado para la carne orgánica existen tanto al nivel nacional como internacional y se debe aprovechar que la comida Mexicana es renombrada a nivel global. **Palabras clave:** carne orgánica, cadena agroalimentaria, pastoreo, valor agregado, mercado.

Abstract

The objective of the project was to integrate the pioneer organic beef supply chain in the Mexican tropics in order to familiarize and introduce these products with value added on the domestic market and in parallel export quality beef to Europe. Worries about human health, natural resource use and animal welfare have driven the demand for organic beef. This demand represents an opportunity to continue to produce grassfed beef, utilizing the abundant natural resources in a sustainable way, and add value to the beef. After more than a decade, the first organic beef supply chain in the Mexican tropics continue to be profitable, not only currently, but in six future scenarios. The volume of beef produced continue to increase without deterioration of the natural resources and the energy efficiency and economic stability are

growing, thus demonstrating the sustainability of this supply chain. The growing interest in organic beef is reflected in the collaboration and support given by the project to similar activities in eight Mexican states. Various value added markets, both domestic and international ones, exist for the organic beef produced and there Mexican food is popular globally.

Key words: organic beef, supply chain, grassfed, added value, markets.

Introducción

México tiene una amplia variedad de climas en diferentes regiones, en las cuales se expresa la extraordinaria biodiversidad del país y, como una consecuencia, existen numerosos tipos de sistemas extensivos de producción pecuaria. En particular, las regiones tropicales y subtropicales cuentan con abundantes recursos naturales, especialmente forrajes, para sostener la producción de bovinos carne en dichos sistemas de producción. A través del tiempo, la demanda de la carne magra de pastoreo ha sido desplazada por carne de engorda. Sin embargo, actualmente los insumos para la alimentación en la producción de carne de res han encarecido fuertemente y la infraestructura para las engordas representa una inversión inalcanzable para muchos de los ganaderos. Al mismo tiempo, al nivel político y en segmentos de la población, problemas de salud por malos hábitos de alimentación y sedentarismo fomentan el interés y necesidad de productos de origen animal con distintas características. Por ejemplo, la carne magra de pastoreo del centro y sur del país con menos grasa intermuscular y un nivel alto de ácidos grasos omega 6 y 3 en una relación favorable entre ambos, es de nuevo un producto cotizado, tanto en otras partes del territorio como al nivel internacional.

Lo anterior en conjunto, y en forma paralela y complementaria a la producción convencional intensiva de carne, nos ha brindado una oportunidad a seguir aprovechando la ganadería de carne basada en sistemas de pastoreo tradicionales, pero mejorados bajo el paradigma y certificación orgánica del predio, la cual permite un valor agregado a estos productos. Resumiendo algunos de los puntos clave, que se certifiquen en estos sistemas:

- El ganado es adaptado a su entorno, sano y libre de contaminantes y goza de bienestar (Broom, 1986, Webster 2001, 2006), en su(s) sistema(s) de pastoreo sostenible(s).
- El/Los sistemas de producción fomenta: La fertilidad de los suelos, la biodiversidad, los recursos hidráulicos y la integración agrosilvopastoril, conservando el medioambiente.
- La alimentación es principalmente de origen vegetal y del mismo rancho.
- La medicina veterinaria preventiva y alternativa (herbolaria, homeopática, etc.) siempre llevan preferencias en el manejo sanitario del hato. Se recurre a la alopática únicamente, y bajo reglas estrictas, cuando no existe otra opción, así dando prioridad al bienestar del animal enfermo.
- Se lleva registros de todos los procesos productivos y administrativos del predio.
- El hato participa en las campañas zoonosológicas para bovinos (Brucelosis, Tuberculosis y la Rabia) y el ganado es identificado por SIINIGA para asegurar la trazabilidad.

- El sacrificio se lleva acabo únicamente en rastros Tipo TIF.
La ganadería orgánica asegura la inocuidad alimentaria desde sus fundamentos en una producción limpia y sustentable (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2007 y 2008).

México cuenta con una ley de la producción orgánica y en el 2009 se escribieron los lineamientos técnicos para la operación agropecuaria orgánica, basados el la norma europea y adaptados a las condiciones locales, los cuales siguen en revisión (Gómez Cruz *et al.*, 2009).

El objetivo de este proyecto fue integrar la cadena agroalimentaria pionera de carne bovina orgánica en el trópico mexicano con el fin de sensibilizar e introducir estos productos de valor agregado en el mercado nacional y en paralelo exportar carne de calidad a Europa.

Materiales y Métodos

En 2001, se formó una alianza estratégica en Veracruz entre academia, dos productores líderes y una agencia certificadora, colaborando en extensión, investigación y educación para integrar la cadena agroalimentaria pionera de carne bovina orgánica en el trópico mexicano. Veinte ganaderos fueron guiados hacia la conversión a la producción de carne bovina orgánica. La capacitación incluyo dos cursos teóricos-prácticos internacionales, visitas a ranchos, simposios y talleres. En los últimos dos participaron también estudiantes.

La enseñanza inicio con un curso de postgrado sobre sistemas agropecuarios sostenibles, en el cual se introdujo el proyecto a los alumnos. Cuatro generaciones de alumnos visitaron el productor líder de carne orgánica y dos de ellos hicieron su proyecto de extensionismo del curso analizando su cadena agroalimentaria.

La investigación se enfocó en la caracterización y desarrollo de la cadena agroalimentaria de la carne orgánica del productor líder en comparación con su sistema anterior de producción tradicional de bovinos carne en pastoreo. El conjunto de ranchos “La Rumorosa” es situado en el municipio de Coazintla afuera de Poza Rica, Veracruz y contó con un sistema tradicional de pastoreo de gramas nativas en 650 ha con 550 cabezas de ganado Cebú. El ganado fue llevado a media ceba de 400 kg sin suplementación a los 27-30 meses y vendido en pie.

En específico, se hizo un análisis financiero y energético comparativo a través del tiempo. Colaboración continúa, entrevistas con el dueño y un cuestionario fueron utilizados para obtener los costos de la producción, cuantificar insumos y productos de los años 2000, 2006, y 2010. En el análisis financiero, costos fijos y variables e ingresos fueron identificados, cuantificados y comparados. Un análisis de sensibilidad de seis escenarios económicos futuros identificó las fortalezas y debilidades en un entorno dinámico. En el análisis energético, los insumos y productos fueron identificados, cuantificados, cada uno asignado un valor y transformados a BTUs (British Thermal Units, por sus siglas en ingles) y comparados a través del tiempo. Estos fueron también utilizados para determinar puntos críticos en la cadena agroalimentaria para identificar oportunidades para mejorar el uso de los recursos.

El proyecto incluyó una expansión regional en los demás estados del Golfo con actividades académicas, de educación continua, capacitación, extensionismo e intercambio de experiencias.

Resultados y Discusión

La primera cadena agroalimentaria de carne orgánica en el trópico Mexicano fue certificado por Bioagricert in 2003. En 2010, La Rumorosa contaba con 697 cabezas de cruza de Cebú pastoreando en sistemas (agro) silvopastoriles de 736 ha. El ganado fue sacrificado a 425-475 kg de peso vivo en el rastro TIF y procesado por el mismo ganadero, quien vendió carne orgánica de 150-200 cabezas/año a tiendas y mercados orgánicos en siete estados con un calor agregado de 35%. El retorno de la inversión fue 16.6 % para el sistema tradicional y 31.2 % para la cadena agroalimentaria, mientras las ganancias marginales fueron USD 43, 912 y USD 93,339 respectivamente. La eficiencia energética fue 18.3 % en el sistema tradicional y 49.6% en la cadena agroalimentaria, que siguió redituable en seis escenarios futuros. El volumen de la carne producida sigue incrementando sin deterioro a los recursos naturales y la eficiencia energética y la estabilidad económica siguen aumentando, demostrando la sustentabilidad de la cadena.

Sobre los esfuerzos a exportar la carne orgánica, se encontró que muchos ganaderos resisten tomar riesgos en situaciones que hagan que su sustento de vida será directamente dependiente de otros productores, por lo tanto la organización es un reto. Como consecuencia, varios ganaderos han tardado en concluir su certificación orgánica y se ha perdido oportunidades en tres mercados: Restaurantes y hoteles de alto nivel en Escandinavia, Hong Kong y la participación como socios en una empresa, valorada en 12 millones de dólares en Florida. Esto es debido a la falta de capacidad para cumplir con las cantidades requeridos y el costo relativamente alto de mano de obra en México. Se propone que en México se fomentara fuertemente la tendencia global de cooperativismo en su desarrollo agropecuario sustentable.

La ganadería orgánica, que requiere muchos esfuerzos, organización y ética por parte del productor y los demás involucrados, tiene que ser redituable igual que cualquier otro tipo de producción pecuaria. La certificación orgánica es el primer paso para obtener un valor agregado. Se agrega más valor debido a la finalización en pastoreo por el contenido de ácidos grasos Omega, antes mencionada. Otra opción complementaria es desarrollar la genética, incluyendo sangre Angus, a favor de la calidad de carne. El desarrollo de una marca propia, igual que el desarrollo de productos especializados o comidas preparadas son otras posibilidades para alcanzar un valor agregado más alto. A lo anterior se puede incluir la participación en el comercio justo, que fomenta la equidad entre los productores al nivel global, valorando sus esfuerzos, organización justa, responsabilidad hacia todos los seres vivos en sus predios y la calidad de sus productos, con asegurarles un valor agregado.

Existen muchos mercados en el país para los productos orgánicos: El cautivo, el no destapado, que quiere decir todas las personas que desconozcan que es un producto orgánico y el potencial.

Es necesario ganarse a los consumidores convencéndolos que es mejor consumir alimentos orgánicos que comida chatarra o contaminada. Por lo tanto, es primordial a convencer a los tomadores de decisiones que solo con educación en todas las formas y campañas publicitarias en todos los medios se puede cambiar los malos hábitos de alimentación. Segmentos del mercado como el sector gubernamental y el institucional, deben ofrecer un ejemplo a seguir con alimentar a sus empleados, estudiantes, pacientes, niños en necesidad en los DIFs etc. con alimentos orgánicos. El sector turístico incluye muchos visitantes de países donde la comida orgánica se consume a diario, por lo tanto se recomienda ofrecer platos típicos con la carne orgánica en hoteles y restaurantes de turismo nacional e internacional. Además, la comida mexicana tiene demanda global y varios mercados de exportación buscan productos orgánicos de México.

Más que 500 productores, académicos y alumnos de 14 universidades han sido capacitados y actividades y proyectos iniciados en ocho estados. Material educativo es diseminado al nivel nacional y resultados de la investigación también al nivel internacional. La integración de extensionismo, investigación y educación ha sido la razón del éxito del proyecto.

En el 2003, el proyecto logró ser incorporado en el Acuerdo de los Estados del Golfo de México y se colaboró con estados Mexicanos y de los EUA. El interés en la ganadería orgánica y principalmente en la carne orgánica, siguió fomentando la colaboración con otros estados en la República. Desde el inicio, habido colaboración con ganaderos y alumnos en Michoacán, donde el Centro de Agronegocios, lidera cursos, diplomados y congresos, y con la Universidad de Chapingo, Edo. de México en su mercado orgánico, eventos e investigación. Se colabora con el Instituto Tecnológico de Pinotepa en eventos académicos y con un profesor/alumno de doctorado en el primer desarrollo de carne y leche orgánica en la costa de Oaxaca. En las actividades en Chiapas desde 2005, destacan la Universidad Autónoma de Chiapas, con diplomados y escritura de los lineamientos técnicos de la operación agropecuaria orgánica y Fundación Produce, que ha iniciado un proyecto, catalizado por nosotros. Se destinó 1.300 000 pesos para el desarrollo de la cadena agroalimentaria de carne orgánica, incorporando también becerros de hatos de Doble Propósito. En Campeche se ha capacitado a 36 ganaderos, ubicados a un lado de una reserva natural, para que produzcan carne orgánica en armonía con el área protegida. En el 2010, se realizó el Primer Foro de Carne Orgánica en Chihuahua, seguido por capacitación en Puebla-Veracruz. En 2011, se continuó con capacitar a ganaderos en Jiménez e iniciaron su proyecto en un clima y condiciones muy distintas, pero con potencial. La Universidad Autónoma de Chihuahua, después de un seminario, ha solicitado un curso extenso de capacitación. En Puebla se ha compartido experiencias con ganaderos, académicos, técnicos y funcionarios en distintos foros. Estos ejemplos demuestran el interés creciente en la carne orgánica y la búsqueda de incursar en este tipo de producción en entornos adecuados y ventajosos para su desarrollo.

Conclusiones

Es oportuno incursar en la producción de la carne bovina orgánica con estrategias accesibles basadas en el uso sustentable de los recursos naturales de cada región donde se ubicará la producción orgánica. Se ha demostrado que es factible integrar exitosamente la cadena agroalimentaria de carne bovina orgánica y se facilitará utilizando lo aprendido en el proyecto pionero en el trópico mexicano. En México existen actualmente movimientos que promueven la esencia de las cadenas agroalimentarias orgánicas, el más importante la preocupación por

mejorar la salud de los mexicanos. Existen numerosos mercados para la carne orgánica; mercados y tiendas orgánicas, supermercados, el sector gubernamental, educativo, turístico y de exportación y la comida mexicana sigue siendo moda al nivel global. Es urgente unirnos en un llamado a los tomadores de decisiones para que nos respalden con educación y capacitación del tema de los alimentos orgánicos y campañas de publicidad en todos los medios, para poder aprovechar esta ventana de oportunidad, antes que nos inunde productos orgánicos importados.

Literatura Citada

Broom, D. 1986. Indicators of poor welfare. Br.Vet J. 142:534-526.

Diario oficial de las comunidades Europeas. 2007. Reglamento (CE) No 834/2007
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:189:0001:0023:ES:PDF>(visitada 9/8/2009)

Diario oficial de las comunidades Europeas. 2008. Reglamento (CE). No. (889/2008) 1254/2008
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:337:0080:0082:ES:PDF> visitada 9/8/2009).

Gómez Cruz, M.A. et al. 2009. (Co-autores coordinadores y, en orden alfabético, todos los participantes en los talleres correspondientes). Lineamientos técnicos para la operación orgánica agropecuaria. SAGARPA. SENASICA y la Universidad Autónoma de Chapingo, México. www.senasica.gob.mx (Paginas visitadas 14 de junio, 2010).

Webster, A.J.F. 2001. Farm Animal Welfare: the Five Freedoms and the Free Market. *The Veterinary Journal.* 161:3:229-237.

**EL ROL DE LOS PASTOS EN PERÍODOS RECURRENTE DE SEQUÍA:
RETOS Y OPORTUNIDADES EN EL MANEJO DE PASTIZALES**

**GRASSES ROLE IN RECURRENT AND LONG LASTING DROUGHT PERIOD:
CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN RANGE MANAGEMENT**

Carlos Ortega-Ochoa, Ph.D.

Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua.

Introducción.

En el mundo existen varios desiertos que es donde encontramos las zonas áridas y semiáridas. La clasificación de esta regiones se basa en a la escasa precipitación pluvial y alta evapotranspiración. Esta condición mantiene estas regiones en condiciones de sequia con altas variaciones en la temporalidad y recurrencia. Sin embargo, por efectos del calentamiento global y cambio climático las variaciones son más acentuadas y menos predecibles lo que implica mayor incertidumbre y reto en el manejo de los recursos naturales en estas regiones.

En el continente americano hay varios desiertos, pero para fines de esta publicación nos enfocaremos a los dos grandes desiertos que comparten México y los Estados Unidos de Norteamérica a través de la frontera política con los Estados Unidos de Norteamérica, el Desierto Chihuahuense (Figura 1) que se extiende desde los estados de Nuevo México y Texas en los Estados Unidos de Norte América y Chihuahua, Durango, Coahuila, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes y Guanajuato en el norte y centro de México y el Desierto Sonorense (Figura 2) que abarca los estados de Arizona y California en el país vecino y Sonora y Baja California en México.

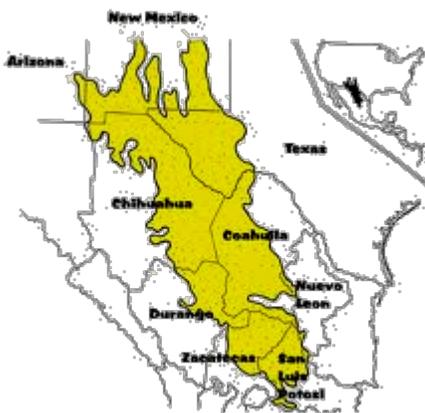


Figura 1. Desierto Chihuahuense

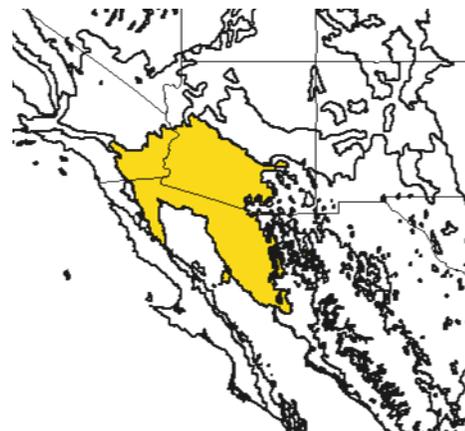


Figura 2. Desierto Sonorense

La vegetación presente en estos desiertos tiene muchos años evolucionando para sobrevivir en condiciones de sequía. Esta vegetación es un recurso muy valioso ya que ha sido el principal soporte para la actividad ganadera desde la llegada de los españoles en el siglo XVI. Actualmente, se presta mayor atención y se valoran los servicios ambientales que ofrecen y las áreas donde hay flora y fauna endémicas.

Sin embargo, dentro de la vegetación, los pastos se han visto solo como fuente de forraje para el ganado doméstico y su papel en proveedor otros servicios no se han destacado. Otros servicios que ofrecen los pastizales son proporcionar cobertura al suelo para reducir la erosión hídrica y eólica, favorecer la infiltración de agua de lluvia para aumentar la recarga de acuíferos, capturar carbono para reducir la cantidad de bióxido de carbono en la atmósfera, proveer hábitat para la fauna silvestre y ofrecer lugar de recreo para una sociedad cada día más urbanizada.

La disponibilidad espacial y temporal del agua es la principal limitante que caracteriza estos ecosistemas, aun así la vegetación ahí presente contiene entre el 80 y 90 % del peso de las plantas. Además, el agua es componente esencial de todos los organismos y es indispensable para las funciones fisiológicas. El agua está involucrada en la dilución y transporte de nutrientes a través de la planta, el intercambio de gases y el crecimiento celular.

Las condiciones expuestas anteriormente nos obligan tanto a ganaderos, investigadores, académicos y funcionarios públicos a evaluar los sistemas de producción ganaderos y agrícolas en las zonas áridas y semiáridas de México. Es preponderante que todos los actores involucrados en el aprovechamiento y regulación de estos recursos naturales tengamos una visión compartida de la importancia de la vegetación y principalmente los pastos en el buen funcionamiento de estos ecosistemas. En la actualidad se han desarrollado herramientas que nos permiten monitorear y evaluar los recursos forrajeros con precisión y rapidez. Además, con el cúmulo de datos climatológicos obtenidos a través del tiempo podemos contar con herramientas que nos permiten pronosticar

Perspectiva histórica

La sustentabilidad de los ecosistemas de pastizal desérticos ha sido expuesta a diferentes grados de presión desde la llegada de los europeos a este continente. La introducción del ganado doméstico (bovinos, ovinos, caprinos y equinos) ha modificado la cobertura y composición de la vegetación.

La combinación de sobrepastoreo y sequía ha sido una ecuación de resultados catastróficos en los pastizales. Las divisiones y subdivisiones de grandes extensiones dedicadas a la ganadería aunadas a la expansión de la frontera agrícola han presionado al límite de su capacidad de resistencia y resiliencia a los ecosistemas desérticos. El manejo de la ganadería de carne, que responde más a modas y mercadotecnia que a los principios ecológicos ha contribuido al deterioro de los agostaderos y baja productividad de ganadería. En el caso de los ejidos y mancomunales el deterioro del pastizal se agudizó y estas áreas pasaron a ser eriales donde toma vigencia el artículo de Garrett Hardin “La tragedia de los comunes” que menciona que al no haber una clara definición del régimen

de propiedad y aprovechamiento racional del recurso forrajero, la explotación de éste se direcciona a satisfacer y no optimizar el bienestar del individuo lo que termina en la extinción del recurso en muchos casos.

En búsqueda de respuestas a los cambios evidentes en los ecosistemas desérticos en el sur de Estados Unidos y el Norte de México a través de los años, se establecieron de estaciones experimentales tales como La Jornada, en Nuevo México y Santa Rita en Arizona hace cien años por el Servicio de Investigación en Agricultura y los Campos Experimentales de La Campana en Chihuahua, Carbó en Sonora y Vaquerías en Jalisco hace más de cincuenta años por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. También, se creó en estos tiempos la hoy Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua a solicitud de ganaderos interesados en el manejo integral de los recursos forrajeros y el ganado bovino. Estas instituciones han enfocado sus esfuerzos de investigación y formación de profesionales en la conservación y restauración de los ecosistemas de pastizal en zonas áridas, tratando de mejorar la productividad de estos por medio del rescatando de especies de gramíneas nativas de alto valor forrajero, reducción de especies exóticas y no deseables y control y manejo de plantas tóxicas.

Factores abióticos más importantes en los ecosistemas de pastizal en zonas áridas

Los factores abióticos con mayor influencia en determinar la vegetación existente en las zonas áridas son el clima y el suelo y en menor medida el fuego. Los patrones de flujo del viento debido al calentamiento y/o enfriamiento de las corrientes marítimas y el movimiento de rotación y traslación del planeta caracterizan el clima. La posición geográfica del norte de México y sur de los Estados Unidos alrededor del paralelo 30 determina la condición de zona árida. Debido a estas condiciones, la sequía en esta región es la regla, temporales lluviosos ocasionales es la excepción.

El tipo de suelo tiene mucha influencia en la capacidad de este para aumentar la infiltración del agua. La cantidad de agua infiltrada será la diferencia entre los niveles de erosión. La vegetación tiene un rol importante en la capacidad de infiltración del agua, la morfología de las plantas (amacollados y no amacollados) así como la capacidad de retener agua.

Igualmente la temperatura del suelo está condicionada a la cobertura vegetal y tipo de plantas. Los pastos mantienen la temperatura del suelo a niveles que permiten el proceso físico y fisiológico en niveles óptimos tales como desarrollo hormonal en las raíces, flujo de carbohidratos y la fotosíntesis.

Las plantas promueven la formación de suelo al agregar materia orgánica coadyuvando en las características edafológicas (profundidad, materia orgánica, reducción de erosión, retención de agua).

La precipitación determina la abundancia y/o escasez de vegetación. La temporalidad, cantidad y forma en que llueva favorecerá a cierta vegetación. Sin embargo, en las zonas áridas las lluvias son torrenciales, es decir, de alta intensidad y baja frecuencia. La cantidad de agua que llueve tiene efectos negativos en suelos con poca o nula cubierta

vegetal aumentando la degradación del suelo por efecto de erosión hídrica. La vegetación es muy sensible a los eventos de lluvia, por lo que dependiendo de la cantidad y forma en que llueva será la respuesta de las plantas. Este fenómeno es más marcado en las plantas anuales.

Otro factor abiótico importante es el fuego, aun y cuando el régimen de fuego en los ecosistemas áridos es de periodos más largos que en otros ecosistemas, los pastos evolucionaron para sobrevivir a este factor. La supresión del fuego en los ecosistemas ha tenido resultados negativos permitiendo el aumento de especies arbustivas y desplazamiento de especies inducidas y exóticas principalmente, que han modificado la hidrología de suelo, la composición botánica y el hábitat de la fauna silvestre.

Efecto del estrés hídrico en pastos

Cuando la actividad fisiológica normal en pastos es interrumpida por la reducción del potencial hídrico interno y la presión potencial del tejido se dice que hay estrés hídrico. Esto tiene grandes consecuencias cuando los pastos están en estado vegetativo y/o reproductivo ya que limita la producción de biomasa. El efecto negativo depende del nivel de deshidratación de la planta, la edad de la planta, el estado de desarrollo y cambios climatológicos anteriores. Cuando el potencial de agua en las hojas disminuye, el pasto experimenta varios cambios morfológicos y bioquímicos. Algunos de estos cambios inducen a la planta a ajustar el metabolismo de las proteínas para adecuarse al nuevo medio ambiente.

Mecanismos de los pastos para tolerar el estrés hídrico

El índice que se utiliza para conocer la eficiencia en el uso del agua de las plantas es la proporción entre la asimilación actual de bióxido de carbono y la asimilación potencial del mismo. También este índice nos permite evaluar germoplasma e identificar genotipos con mejor respuesta a la sequía.

Algunas investigaciones sugieren que las plantas de ecosistemas desérticos tienen sus propios mecanismos para sobrevivir por periodos prolongados de sequía, así como el efecto sobre en la fisiología de las mismas (Cuadro 1). Por ejemplo, se encontró que hay una relación positiva entre los estomas y la asimilación de bióxido de carbono que hace a los pastos del genero *Bothriochloa* más resistentes a la sequía durante la época de crecimiento. Otras investigaciones reportan que los suelos con altas concentraciones de bióxido de carbono tienen la capacidad de retener más agua que al final queda disponible para las plantas. También se ha encontrado que debido a al estrés hídrico las plantas modifican la síntesis de proteínas como las de la familia dehidrina que son solubles en agua y estables al calor. Estas proteínas protegen las células del daño de la deshidratación.

Cuadro 1. Respuesta del proceso fisiológico y morfológico de las plantas al aumento progresivo de estrés hídrico yendo de medio a severo.

Intensidad del déficit hídrico	Efecto
Medio	Disminución del crecimiento y división celular
	Descenso en la síntesis de la pared celular
	Disminución en la síntesis de proteína
	Cese en la formación de protoclorofila
	Descenso en de la actividad enzimática
	Aumento en la concentración de ácido abscísico
	Descenso o cese de la expansión de las hojas
	Posible cierre de los estomas
Ligeramente Severo	Aumento de la temperatura en la superficie de la hoja
	Disminución en la respiración
	Disminución en la conducción del xilema
	Acumulación de prolina y otros aminoácidos
	Aumento de azúcar
	Reducción de almidón
	Las hojas se marchitan, enrollan y doblan
	Hay desorden en las membranas
Severo	Mortalidad del tejido y órganos
	Muerte de la planta

Fuente: Relación del agua en plantas de pastizal. Brown 1995.

Impactos del cambio climático en el desierto chihuahuense y sonoreño

Los ecosistemas áridos son muy sensibles a los cambios y variabilidad climática. Las altas temperaturas y baja disponibilidad de agua mantienen a la flora y fauna en los límites de supervivencia. Cambios climatológicos repentinos alteran la composición, abundancia y distribución de las especies así como los productos y servicios que estos ecosistemas ofrecen.

Las proyecciones de intensidad y duración de periodos de sequía afectarán la cobertura vegetal, reducción de la humedad en el suelo, aumento de erosión hídrica y eólica, aumentará la probabilidad de inundaciones y la calidad del aire. Reducción en el periodo libre de heladas debido al aumento de temperatura modificará el régimen de fuego y la composición de especies. La presencia de especies no nativas aumentará, provocando cambios importantes en la composición de especies vegetales y animales, régimen de fuego, hidrología del ecosistema y el reciclaje de minerales.

Estos cambios conducirán a la formación de nuevos ecosistemas áridos que representan condiciones diferentes para el manejo y la conservación e ahí nuevos retos y oportunidades.

Herramientas disponibles para mitigar los efectos de las sequia

La aplicación de las matemáticas, estadística, telecomunicaciones e informática son excelentes herramientas que nos ayudan a desarrollar tecnología para elaborar pronósticos del tiempo con bastante precisión. Generan modelos climatológicos basados en bases de datos históricas los cuales cada vez son más acertados. Hay un esfuerzo multinacional entre Canadá, Estados Unidos y México para monitorear el clima en toda la región. El Monitor de Sequia de América del Norte ofrece información confiable con proyecciones hasta de 90 días sobre las condiciones de precipitación, temperatura, humedad en el suelo. También el Sistema Meteorológico Nacional provee de información sobre el clima a nivel estatal y regional. Estas herramientas son de fácil acceso, fácil interpretación y bastante confiabilidad. Basados en la información que estos sistemas nos ofrecen podemos hacer planeación en el manejo de los agostaderos hasta para dos años.

Papel de los manejadores de pastizales

El efecto acumulativo de la sequia mas prácticas de manejo inadecuadas resultan en deterioro de los recursos forrajeros. La recuperación de la vegetación tomara muchos años y en algunos casos los daños son irreversibles aun y cuando se manejo de acuerdo a las recomendaciones de los profesionales de esta disciplina. La recuperación de tierras de pastoreo degradadas son costos y riesgosas debido a la alta probabilidad de eventos erráticos y tardados de lluvia así como el costo involucrado en semilla, maquinaria, equipo y personal.

Los manejadores de pastizales debemos conocer en detalle la relación que existe entre los pastos y el agua. El agua es parte vital de todo el proceso fisiológico y bioquímico que se desarrollan en la planta. Características tales como valor forrajero, palatabilidad y succulencia de los pastos está determinada por la presencia suficiente de agua. Por otra parte, los pastos de áreas desérticas han evolucionado para sobrevivir en ese medio ambiente con la limitada disponibilidad de agua presente, es ahí donde la selección natural ha jugado un papel importante adaptar estos pastos a este tipo de condiciones.

El conocimiento de los efectos físicos y fisiológicos al que se someten los pastos debido al estrés hídrico es indispensable que los investigadores, manejadores y usuarios de los forrajes nativos sepan

Los efectos del estrés hídrico se reflejan inicialmente en la desaceleración del crecimiento de brotes y hojas, afectando el crecimiento de la pared celular y la síntesis de proteínas. A medida que avanza la deshidratación de la planta se vuelve lento el proceso de división celular, la actividad de varias enzimas se detiene y también el proceso de fotosíntesis. Cuando el estrés hídrico alcanza niveles extremos se cierran los estomas y no hay absorción de bióxido de carbono, los protoplastos se colapsan y se hacen evidentes los daños al tejido de la planta.

Es importante conocer las rutas fotosintéticas que tienen los componentes de los agostaderos. Las rutas C₃, C₄ y CAM representan ventajas para la vegetación el conocimiento elemental de estos aspectos fisiológicos ayudan a entender el rol de los

pastos en los ecosistema desérticos. Por ejemplo, el mecanismo de fotosíntesis de los pastos típicos de las zonas áridas como el zacate navajita (*Bouteloa gracilis*), el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) y el zacate bufalo (*Bouteloa dactylides*) es del tipo C₄ que hace estas plantas más eficientes en el uso de agua en un medio ambiente con marcada escases de este elemento.

Retos y oportunidades en el manejo de pastizales en zonas áridas y semiáridas.

El manejo de pastizales tiene sus raíces en principios ecológicos y éticos y se define como la ciencia y arte de obtener de manera sustentable forraje por periodos largos de tiempo. Para entender mejor este concepto hay que conocer donde crecen las plantas y su valor forrajero, como crecen desde el punto de vista fisiológico, como responden a la defoliación y el descanso, como usan el agua, como coadyuvan y bajo qué condiciones a infiltra el agua de lluvia en el suelo y como es la respuesta de la vegetación al fuego.

Reto: Cambiar el paradigma del ganadero de que las vacas son sagradas y el zacate invencible.

Oportunidad: Concientizar a las nuevas generaciones de ganaderos sobre el uso sustentable de los recursos naturales. Educar y capacitar a esta nueva generación de que la actividad ganadera tiene que verse de manera holística. Que el productor tenga conocimiento del funcionamiento del ecosistema (suelo, agua, vegetación, fuego, herbívoros).

Reto: Replantear, modificar y adecuar el sistema ganadero extensivo. No las muchas vacas son las mejores, las mejores son las que produzcan

Oportunidad: Tomarle la palabra a la naturaleza y trabajar con lo que tiene merito. Considerar los ciclos de sequia como modeladores de los sistemas de producción. Establecer sistemas de producción considerando patrones de lluvia, topografía, vegetación, infraestructura, extensión territorial, objetivos del ganadero). Establecer criterios de mejoramiento y conservación de pastizales y selección en el ganado de acuerdo al desempeño del mismo.

Reto: Consultar y entender los patrones del clima a nivel regional que presentan oficinas de gobierno (CONAGUA, INIFAP, NOAA) y realizar los programas de manejo de los agostaderos sobre esas bases.

Oportunidad: Tomar en cuenta la información disponible prácticamente en tiempo real y las proyecciones para la toma de decisiones.

Reto: Aprender a manejar los pastizales durante la sequia y lo que es mas critico después de la sequia.

Oportunidad: Entender la fisiología y morfología de los pastos para establecer programas de manejo basados en estos conceptos. Conocer los puntos críticos en el crecimiento y desarrollo de los pastos y conocer la época de mayor aprovechamiento del forraje en términos de calidad y cantidad.

Reto: Concientizar a los productores sobre dos puntos claves en el manejo sustentable de los pastizales 1) ajuste de carga animal y 2) diferimiento y descanso de potreros.

Oportunidad: La disminución del inventario ganadero, ya sea por venta de ganado o por alta mortalidad, en amplias regiones del norte de México y suroeste de los Estados Unidos plantea un excelente escenario para organizar la ganadería. A partir de dos simples pero medulares prácticas en manejo de pastizales se puede lograr mejorar la condición de los pastizales 1) mantener únicamente los animales que el agostadero soporte bajo un esquema dinámico de ajuste y 2) establecer periodos de descanso y no pastoreo durante la época de crecimiento del zacate. Para ello existen los sistemas de pastoreo.

Conclusiones

Nuestro mejor aliado para mitigar los efectos de la sequía es el pasto. Es necesario romper el círculo vicioso donde la falta de vegetación es el motor de la degradación del suelo, la pérdida de humedad en el suelo y baja productividad de la actividad ganadera y la pérdida de hábitat de la fauna silvestre. El círculo virtuoso representa que a mayor cobertura de zacates se tiene menos erosión, menos evaporación, suelos más fértiles, mayor cosecha de agua, mayor concentración de carbono en el suelo, mejor hábitat para la fauna y excelentes lugares para recreación. Hay que entender que los pastizales de zonas áridas tienen muchos años de evolución y su resiliencia y resistencia en estos ecosistemas, y eso no es casualidad.

ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES MENORES EN ZONAS ÁRIDAS

Roque Gonzalo Ramírez Lozano

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Alimentos,
Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L. 66450
CE: roque.ramirezlz@uanl.edu.mx

Resumen

Estudios en el Noreste de México sobre la nutrición de cabras borregos y venados, bajo condiciones de manejo extensivo en el Matorral Espinoso Tamaulipeco, son discutidos en este escrito. Asimismo, se discute la importancia del uso de hojas, yemas y tallos de árboles y arbustos (ramoneo) en la alimentación de pequeños rumiantes. La composición de la dieta de cabras fue estimada de muestras esofágicas. Se estimaron índices de selectividad, consumo voluntario de forraje por medio de la técnica de la colección total de heces y se estimó la composición química de extrusas. Las cabras seleccionaron mayores cantidades de forraje proveniente de arbustos (ramoneo) que hierbas o pastos a través del año. Aparentemente, altos niveles del arbusto *Acacia rigidula* (chaparro prieto) en sus dietas, pudieron haber influido negativamente sobre el consumo de nutrientes. Sin embargo, los niveles de proteína cruda y minerales en las dietas anuales fueron suficientes para cubrir los requerimientos de una cabra adulta. La composición botánica de las dietas mensuales de borregos (Pelibuey x Rambouillet) pastoreando una pradera de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) afectó el consumo de nutrientes. En los meses en que el consumo de plantas arbustivas aumentó en sus dietas, el consumo de nutrientes aumentó. Los arbustos nativos que crecen junto con el pasto buffel en la pradera, representaron un importante componente de las dietas de los borregos, especialmente durante el otoño e invierno. Estudios sobre ecología de la dieta del venado cola blanca en el noreste de México han reportado que tiene preferencia por plantas arbustivas; además cuando están presentes, las hierbas son ávidamente consumidas y pastos en menor medida. Aparentemente, solo las hierbas, que consume el venado, contienen niveles de PC, energía y minerales para satisfacer los requerimientos del venado en sus diferentes estados fisiológicos. Por otra parte las arbustivas, que constituyen el principal alimento del venado, contienen suficientes cantidades de proteína, son marginalmente deficientes en energía y bajas en P, Na y Cu para cubrir las necesidades gestación, lactancia y crecimiento. Los pastos son bajos en proteína, energía y minerales; sin embargo, el venado los consume por su alto contenido de fibra para mejorar la ruminación. Al parecer no existe alguna planta arbustiva nativa que por sí sola pueda mantener la productividad de los pequeños rumiantes durante las cuatro estaciones del año. Por tanto, se hace necesario mantener en el agostadero una amplia diversidad de plantas con elevado valor nutritivo. Además, el potencial del ramoneo está siendo reconocido, pero es necesario más investigación, en un contexto que mantenga el balance de calidad y cantidad del forraje, entre productividad y estabilidad y, entre pastoreo y ramoneo.

Introducción

Información acerca de la composición botánica de la dieta de rumiantes, bajo condiciones de pastoreo, es esencial para determinar la competencia por el alimento. Sin embargo, la composición botánica de la dieta varía bajo condiciones de pastoreo, debido a la composición natural de la vegetación y los cambios climáticos. El propósito de cualquier

estudio, para tratar de identificar los hábitos alimenticios de rumiantes en pastoreo, es conocer las especies de plantas que componen sus dietas, su distribución en el agostadero, su valor nutricional y la cantidad de forraje seleccionado. En el Matorral Xerófilo Tamaulipeco del Noreste de México las plantas arbustivas constituyen la principal fuente de alimento para cabras, venado cola blanca, y borregos en pastoreo (Ramírez *et al.*, 1995a; Ramirez *et al.*, 1997; Ramirez, 2009). Se ha encontrado que para los rumiantes en pastoreo, el ramoneo es complementario a los pastos, especialmente durante la estación seca, ya que los arbustos proveen proteína esencial cuando los pastos están en dormancia (Ramírez, 1996).

El pasto buffel común (*Cenchrus ciliaris*) es uno de los pastos más abundantes en los agostaderos del sur de Texas, EUA y el norte de México. Se ha reportado que las praderas de buffel incrementan la capacidad de carga animal, aunque no necesariamente proporcionan una mejor nutrición, que las praderas de buffel mezcladas con plantas arbustivas (Ramírez *et al.*, 1995a). Los arbustos nativos, así como las hierbas, pueden ser una importante fuente de nutrientes en las praderas de buffel debido a que la calidad del follaje del pasto buffel decrece con la edad (madurez) y la estación del año (Hanselka, 1985).

El uso de forraje proveniente de arbustos y árboles, como complemento, puede ser una alternativa estratégica, que quizás no se le ha dado una adecuada atención en la investigación. Debido al alto valor nutritivo (proteínas, minerales y vitaminas) y su bajo costo, este planteamiento tiene un alto potencial para su aplicación en rumiantes, especialmente donde los animales son abundantes y manejados bajo sistemas extensivos (Araya *et al.*, 1993).

NUTRICION DE CABRAS EN PASTOREO

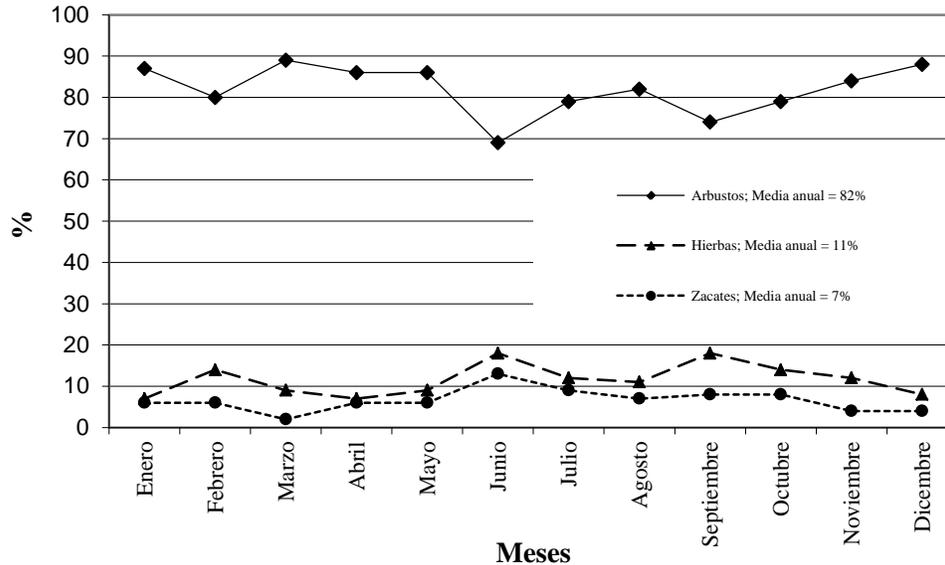
Composición de la dieta y selectividad de las cabras en pastoreo

Las cabras son forrajeras oportunistas, ya que pueden mantener una alta calidad de sus dietas bajo diversas condiciones (Schacht y Malechek, 1989). Por lo tanto, las cabras han adquirido la reputación de sobrevivir en agostaderos donde la vegetación es escasa y degradada (Devendra, 1990). La mayoría de los agostaderos en el noreste de México y sur de Texas, EUA, ofrecen un importante potencial para la producción de ganado caprino de carne. El forraje potencial para las cabras está compuesto de hojas, yemas y talluelos de plantas arbustivas y, durante la estación de lluvias, de hierbas y pastos nativos (Mellado *et al.*, 1991) Sin embargo, es necesario conocer la composición botánica de las dietas de las cabras en pastoreo, para identificar las diferentes especies de plantas y poder formular programas de suplementación, sobre todo en agostaderos nutricionalmente deficientes (Malechek, 1990). Asimismo, es necesario estimar la composición botánica de las áreas de pastoreo, para identificar la cantidad de especies que crecen en los diferentes sitios, con el propósito de estimar la selectividad de las cabras (Ramírez, 2008).

Durante tres años consecutivos, mensualmente la composición de la dieta de cabras fue estimada de muestras esofágicas (Ramírez *et al.*, 1990; Ramirez *et al.*, 1991; Ramirez *et al.*, 1993a). Las especies de plantas fueron identificadas por medio del análisis microhistológico. La dieta promedio anual (tres años) estuvo compuesta de 82%, 11% y 7% de arbustos, hierbas y pastos, respectivamente (Figura 1). Durante diciembre, enero, marzo, abril y mayo las cabras seleccionaron más arbustos que en ningún otro mes del

año. En marzo las cabras consumieron el más alto porcentaje de arbustivas (89.0%) y el más bajo fue en junio (69.0%). Sin embargo, en este mes las cabras incrementaron su consumo de hierbas y pastos.

Figura 1. Medias mensuales (promedio de tres años) de la composición botánica de la dieta de las cabras en el noreste de México



El follaje proveniente de plantas arbustivas ha sido reportado como el principal componente en la dieta de cabras en pastoreo, no solo en las regiones semiáridas, sino también en las regiones tropicales (Ramírez *et al.*, 1996). Las dietas promedio mensuales estuvieron compuestas aproximadamente de 22 arbustos (Ramírez, 2009), aunque *Acacia rigidula*, *Leucophyllum texanum*, *Cercidium macrum*, *Celtis pallida*, *Porlieria angustifolia* y *Cordia boissieri* fueron las especies más seleccionadas por las cabras. Además, *A. rigidula* representó alrededor de 50% de la dieta anual.

El consumo de hierbas por las cabras en el noreste de México fue variable a través del año, aunque durante junio (18%) y septiembre (18%) las cabras seleccionaron más hierbas que en otros meses. *Polianthes maculosa*, *Zephyranthes arenicola*, *Ruellia corzoi*, *Ruellia pedunculata*, *Coldenia greggii*, *Heliotropium angiospermum*, *Cynanchum barbigerum* y *Palafoxia texana*, fueron las especies más consumidas por las cabras durante el año. Otros estudios llevados a cabo en la misma región (Ramírez *et al.*, 1996) reportaron que *Ruellia corzoi* fue ávidamente seleccionada por las cabras.

Los pastos representaron el grupo de plantas menos preferido por las cabras durante el año. Sin embargo, durante los meses de verano las cabras seleccionaron más pastos que en otras estaciones. En junio (13%) y julio (9%) las cabras, ávidamente, seleccionaron la mayor cantidad de pastos, probablemente debido al crecimiento vegetativo durante este período. El consumo de pastos estacional también, ha sido reportado en cabras brasileñas (Pfister and Malechek, 1986). Los principales pastos seleccionados por las cabras durante el año fueron: *Cenchrus ciliaris*, *Aristida* spp, *Panicum hallii*, *Setaria macrostachya* y *Tridens muticus*.

La composición botánica del agostadero se estimó por medio de transectos usando la Línea Canfield. Usando la relación de la composición botánica de la dieta y del agostadero se estimaron los índices de selectividad de las cabras. Éstas fueron altamente selectivas por las especies de plantas presentes en el agostadero. Arbustos como *A. rigidula*, *C. macrum*, *C. pallida* y *P. angustifolia* fueron altamente seleccionadas por las cabras y, *A. rigidula* fue la única especie seleccionada durante todos los meses del año. Los índices de preferencia de las cabras por las hierbas fueron inconsistentes, *Z. Arenicola*, *R. corzoi* y *P. maculosa* fueron las hierbas más preferidas por las cabras; sin embargo, *Oxalis dichondraefolia*, *Agrythamnia neomexicana*, *Coldenia greggii*, *H. Angiospermum*, *Sida filicaulis*, *Acleisanthes longiflora*, *Haplopappus spinolosus*, *Ruellia pedunculata*, *Cynanchum barbigerum* y *Physalis cordata* fueron consumidas en proporción a su ocurrencia en el agostadero, o sea, en baja proporción. Estos datos coinciden con otros reportes (Laribi *et al.*, 1988) que indicaron que las cabras Españolas y Angora, seleccionaron muchas hierbas, pero los índices de preferencia fueron inconsistentes.

Cenchrus ciliaris fue el único pasto preferido por las cabras durante todo el año, con excepción de los meses de septiembre y abril. *Aristida* spp y *Panicum hallii* fueron seleccionados solo durante ciertos meses. La mayoría de los índices de preferencia no fueron determinados, debido a que ciertas especies, ya sea que no se detectaron en los transectos, aunque ocurrieron en las dietas o no ocurrieron en las dietas aunque si se observaron en los transectos. Aparentemente, factores climatológicos afectaron la selección de plantas por las cabras. La precipitación, probablemente, influyó negativamente en consumo de arbustos y positivamente el consumo de hierbas.

Consumo de nutrientes de las cabras

El consumo voluntario de forraje depende de numerosos factores intrínsecos de las plantas y de los animales. Los metabolitos secundarios en los arbustos pueden influenciar la palatabilidad y el consumo y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (Becker y Lohrmann 1992). Se ha documentado que las cabras en el noreste de México usan un amplio rango de plantas nativas del pastizal. Durante la estación seca, el ramoneo es la más importante fuente de forraje. La proteína cruda (PC) en el forraje de los arbustos es relativamente constante durante el año, y usualmente es más alta que en los pastos. Sin embargo, la energía disponible en las arbustivas es usualmente más baja (Becker y Lohrmann 1992). Es necesario conocer las plantas, la cantidad consumida de ellas durante el año y su contribución de nutrientes para los animales que las consumen.

El consumo de nutrientes de la materia seca de las cabras se estimó por medio de la colección total de heces y su relación con la indigestibilidad de su dieta, para lo cual se usaron chivos adultos equipados con bolas colectoras de heces midiendo la excreción total y relacionándola con la digestibilidad *in vitro* de las muestras esofágicas. Al agrupar datos de tres años, se concluyó que el contenido de PC es alto en las dietas seleccionadas por las cabras en el noreste de México (Tabla 1). El promedio de PC de tres años fue de 18.0%. Aparentemente, el contenido de PC de las hierbas, contribuyó en gran medida al consumo de PC en las cabras. Altos porcentajes de hierbas en las dietas en el agostadero correspondieron a altos porcentajes de PC en las dietas. Además, se ha reportado (Holechek *et al.*, 2002) que las hierbas nativas de Nuevo México, EUA, contienen altos niveles de PC comparadas con arbustivas y pastos de la misma región.

Asumiendo un consumo de materia seca (MS) de 76.3 g/kg de peso metabólico, el consumo reportado en cabras de esta región, sería suficiente para satisfacer los requerimientos de MS de una cabra adulta pesando 40 kg (NRC, 2007) durante todos los meses, excepto en los meses de enero y abril. Los componentes de la pared celular de las dietas de las cabras fueron altos durante todo el año. En general, en aquellos meses con alto contenido de fibra y lignina, correspondieron a los meses con altos niveles de arbustos y bajos niveles de hierbas en las dietas.

Las concentraciones de minerales (Ca, Mg, Na, K, Cu, Mn, Zn y Fe) en las dietas seleccionadas por las cabras en el noreste de México fueron variables durante todos los meses del año (Ramírez *et al.*, 1993b). Asimismo, el consumo de minerales fue variable entre meses. El consumo de Ca (15.9 g/kg en base orgánica (MO); media anual), Mg (4.7 g/kg MO), Na (15.4 g/kg MO) y K (18.4 g/kg MO), al parecer cubren los requerimientos para una cabra de 40 kg de peso vivo (PV) durante todo el año (NRC, 2007); de K (7 g/kg), para el mismo tipo de cabra, pero al final de la gestación (Kessler, 1991); y de Mg y Na para los requerimientos durante el crecimiento y la lactación (0.14 y 0.6 g/kg/día, respectivamente). No hay datos exactos de los requerimientos de Fe, Cu, Zn y Mn para las cabras; sin embargo, se ha mencionado¹ que las cabras en el noreste de México, consumieron dietas con niveles de estos minerales para satisfacer sus requerimientos. Además, se recomienda tener cuidado al determinar el contenido de minerales de muestras esofágicas, debido a la contaminación de minerales presentes en la saliva (Pinchak, 1990).

Tabla 1. Medias mensuales (promedios de tres años) del consumo de nutrientes por las cabras en el noreste de México

Nutriente	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Materia orgánica, g/día	623	865	781	654	821	991	897	1068	772	982	866	835
Energía digestible, Mcal/d	0.7	1.2	1.1	0.8	1.1	1.7	1.2	1.4	1.1	1.5	1.0	1.1
Proteína cruda, g/día	99	133	137	109	151	192	159	214	158	183	157	146
Ca, g/día	9	11	7	8	8	16	21	17	12	20	20	16
Mg, g/día	2	3	3	2	3	5	6	7	5	6	5	4
Na, g/día	8	8	7	7	8	8	6	16	11	12	11	11
K, g/día	10	12	14	13	16	17	16	20	18	23	15	14
Cu, mg/día	8	12	11	12	10	12	11	16	14	14	14	11
Mn, mg/día	38	53	47	46	56	60	44	68	55	62	58	53
Zn, mg/día	27	39	33	29	44	48	41	42	34	86	55	33
Fe, mg/día	304	446	467	432	534	1420	651	982	925	387	307	364

NUTRICIÓN DE BORREGOS EN PASTOREO

Composición botánica de la pradera y de la dieta de borregos

Ramírez *et al.* (1995a) determinaron la composición botánica de una pradera de aproximadamente 10 ha sembrada con pasto buffel común (*Cenchrus ciliaris*), mezclada con plantas nativas de la flora del noreste de México. La cobertura y composición de cada especie fueron determinados usando la técnica de transectos, para lo cual se colocaron al azar 25 transectos de 10 m de largo. La pradera estaba localizada en la Estación experimental de la facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León en Marín, N.L., México. Ellos reportaron que los pastos cubrieron un 70% de la composición total de plantas. El zacate buffel fue la especie dominante con 98% del total de los pastos disponibles y 70% de la composición total de las plantas. Los arbustos

representaron un 28% y las hierbas un escaso 2%, aunque estas últimas fueron mayores en número que los otros dos grupos de plantas. Durante todo el año, los pastos fueron más abundantes que los otros tipos de plantas.

La dieta anual de borregos apacentando en una pradera de pasto buffel común en el noreste de México es reportada por Ramírez *et al.* (1995b). Ellos determinaron la composición de plantas en la dieta por medio de la técnica microhistológica de muestras esofágicas, de borregos fistulados. Los pastos representaron el 85% de la dieta de los borregos, 14% los arbustos y 1.1% las hierbas. La composición de arbustos en la dieta de los borregos varió ($P < 0.05$) entre los meses de muestreo. Durante los meses de abril y mayo los borregos seleccionaron más especies de arbustos que en los otros meses. El consumo más bajo de arbustos fue en marzo. Los borregos tuvieron su máximo consumo de arbustos durante la primavera y al final del otoño. El arbusto *Acacia amentacea* (chaparro prieto) fue el preferido por los borregos durante el año. El palo verde (*Parkinsonia aculeata*) fue el segundo arbusto más preferido por los borregos. El guayacán (*Porlieria angustifolia*) también fue seleccionado por los borregos, durante todo el año, con excepción de los meses de marzo, agosto y septiembre. En estas regiones los arbustos chaparro prieto, palo verde y guayacán son ávidamente consumidos por cabras (Ramírez *et al.*, 1993a) y el venado cola blanca (Ramírez *et al.*, 1997).

Se observaron otras especies de arbustos en las dietas de los borregos, sin embargo, su contribución fue menos del 0.4% de la dieta anual. La mayoría de los arbustos son leguminosas perennes con alto contenido de proteína cruda (Ramírez, 1996). Por lo tanto, los borregos pudieron haber seleccionado arbustos para satisfacer sus necesidades de proteína, cuando el zacate tuvo bajo contenido de proteína. La correlación negativa encontrada entre el consumo de arbustos y precipitación. Esto pudiera indicar, en un sentido general, que más seleccionado cuando la precipitación fue baja. El consumo de hierbas varió ($P < 0.05$) mensualmente. El más alto porcentaje de hierbas en la dieta de los borregos fue agosto y el más bajo en febrero, junio y diciembre. El consumo de hierbas estuvo correlacionado con la precipitación. Aun cuando *Palafoxia texana* no estuvo muy disponible en la pradera, esta fue la más importante en la dieta de los borregos.

Los pastos fueron el grupo más importante en la dieta de los borregos durante todo el año. El mayor consumo de pastos ocurrió en febrero, marzo, agosto y septiembre, durante abril y mayo los borregos consumieron el más bajo porcentaje de pastos. En esos meses prefirieron cambiar a arbustos. El zacate buffel común contribuyó hasta en un 85% de la dieta anual de los borregos. Los zacate *Panicum hallii* y *Staria macrostachya* fueron seleccionados por los borregos pero en muy bajos porcentajes. El consumo de pastos estuvo negativamente correlacionado con la precipitación. Lo anterior significa, que en términos generales, que los borregos consumieron menos pastos durante los meses lluviosos.

Contenido de nutrientes en la dieta

El contenido de proteína cruda tuvo una media anual de 13% (Tabla 2). Los borregos en la pradera de pasto buffel mezclada con arbustos seleccionaron dietas con alto contenido de proteína durante abril, mayo, junio, julio y agosto. Los arbustos y hierbas al parecer hicieron una contribución significativa al consumo de proteína de los borregos, ya que altas proporciones de arbustos y hierbas coincidieron con altos niveles de proteína. Se ha reportado que los arbustos en general, contienen más proteína que los pastos (Holechek *et al.*, 2002). Dado que el zacate buffel fue el principal componente de la dieta de los

borregos durante todo el año y, dado que el zacate buffel es una planta de clima cálido, la temperatura y la precipitación pudo haber influido positivamente en el aumento de su contenido de proteína. Lo anterior ha sido también reportado por Ramírez et al. (2001a) y Ramírez et al. (2001b) quienes encontraron que el zacate buffel común, que se siembra en Marín, N. L. y Linares, N. L., respectivamente, aumenta su contenido de proteína cruda al aumentar la temperatura y precipitación y decrece en proteína conforme aumenta la lignificación. Los borregos, en este estudio, seleccionaron dietas, durante todo los meses con valores de proteína por arriba del 10%. La presencia de los arbustos en las dietas de los borregos pudo haber ayudado a mantener un nivel adecuado de proteína cruda para la producción ovina.

El contenido de pared celular (FDN) de la dieta seleccionada por los borregos fue diferente entre períodos de muestreo. La media anual fue de 76.0%. El mayor contenido de pared celular en el forraje seleccionado por los borregos fue durante el mes de mayo, noviembre y diciembre y, el más bajo durante enero y marzo. El alto nivel de pastos en la dieta de los borregos pudo haber estado asociado con el elevado nivel de pared celular. Holechek *et al.* (2002) reportaron que los pastos contienen mayor contenido de FDN que arbustos y hierbas. El contenido de fibra detergente ácido (FDA) en la dieta de los borregos, también fue diferente entre períodos de muestreo con una media anual de 46%. Los niveles más altos ocurrieron en mayo y los más bajos en junio. La variación en el contenido de pared celular y en el forraje del zacate buffel durante el año, también ha sido reportado por otros autores; en Texas, EUA, Moore y Mott (1973) reportó una variación de 65 a 78%. En el estudio reportado por Ramírez *et al.* (1995a), altos niveles de pared celular en las dietas de los borregos pueden haber disminuido el consumo de forraje de los borregos y la degradabilidad microbial en el rumen.

La digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) de las extrusas de los borregos fue diferente entre meses. Los meses más elevados fueron mayo, junio, julio y agosto. Los más bajos fueron: enero, octubre y noviembre. Ramírez *et al.* (1995a) reportó que elevados valores de DIVMO coincidieron con levados valores de proteína cruda en las dietas seleccionadas por los borregos en una pradera de pasto buffel. Ramírez *et al.* (2001a) y Ramírez *et al.*, (2001b) y Ramírez *et al.* (2001b), al evaluar nutricionalmente el zacate buffel, colectado en Marín N.L. en 1993 y 1998 y en Linares, N.L. en 1995, respectivamente reportaron que elevados valores de digestibilidad *in situ* y degradabilidad de los nutrientes contenidos en el zacate buffel, correspondieron a levados valores de proteína cruda en el pasto.

Tabla 2. Contenido de nutrientes y digestibilidad *in vitro* de las extrusas de borregos pastoreando en una pradera de pasto buffel

Nutriente ^a	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Proteína cruda, %	10.5	12.2	11.9	15.3	14.2	14.8	17.1	16.4	12.8	10.7	10.8	10.6
Fibra detergente ácido, %	68.3	72.3	68.7	77.3	80.3	77.0	77.0	77.7	74.0	77.0	82.1	80.0
Fibra detergente neutro, %	48.3	45.1	46.1	47.7	56.4	37.0	40.1	50.0	49.4	46.7	50.6	42.0
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia orgánica, %	53.5	61.8	55.9	62.2	64.4	65.1	65.1	64.0	61.4	46.3	45.1	56.5

^aBase seca.

Consumo de nutrientes por los borregos

Quizás una de las principales limitantes del comportamiento de los animales en pastoreo es la restricción en el consumo de nutrientes esenciales. En rumiantes, sin embargo, el consumo está íntimamente relacionado con el valor nutritivo y la disponibilidad de materia seca en el recurso forrajero. En las pradera localizadas en zonas semiáridas, la calidad y cantidad del forraje varía apreciablemente con el clima y algunas veces, conduce a una inadecuada nutrición de los animales que dependen del recurso forrajero. (Allison, 1985). Ramírez *et al.* (1995b) reportó que el consumo de materia orgánica (CMO) fue diferente ($P < 0.05$) entre meses de muestreo (Tabla 3). Los borregos tuvieron un consumo medio anual de 816.6 g por día. Los meses con CMO altos fueron: mayo, junio y julio y los meses de CMO bajos fueron: enero y marzo. El CMO por unidad de peso metabólico ($\text{kg}^{0.75}$) fue diferente ($P < 0.05$) entre meses. La media anual fue de 54.0 $\text{g.kg}^{0.75}$.día. Los meses donde los borregos tuvieron mayores CMO, coincidieron con aquellos meses donde se incrementó el consumo de arbustos en la dieta de los borregos. Además, el CMO estuvo negativamente ($r = -0.64$; $P < 0.05$) afectado por el consumo de pastos y positivamente ($r = 0.66$; $P < 0.05$) mejorado por el consumo de arbustos.

El consumo de energía digestible (CED) de los borregos no fue uniforme ($P < 0.05$) entre meses. El mayor consumo ocurrió en mayo y el más bajo en febrero. Los borregos en crecimiento en la misma pradera requieren para mantenimiento 105 kcal de energía digestible por $\text{kg}^{0.75}$ por día y, un borregos con un peso de 25 kg con una ganancia diaria de peso de 100 g por día requirió 1829.3 kcal de energía digestible por $\text{kg}^{0.75}$ por día (Ramírez *et al.*, 1995c). Los borregos en este estudio consumieron suficiente energía digestible para reunir sus necesidades de mantenimiento y ganancia de peso solo durante mayo, junio y julio.

El consumo de proteína cruda fue variable ($P < 0.05$) entre meses (media anual de 117.7 g.día). Durante el mes de julio, los borregos tuvieron el más alto consumo de proteína y el más bajo en noviembre. El mismo patrón fue observado en el consumo de proteína por unidad de peso metabólico. Al parecer los borregos consumieron forraje conteniendo proteína en cantidades para satisfacer sus requerimientos (47.2 $\text{g.kg}^{0.75}$; NRC, 1985). Kearl (1982) reportó que un borrego de 25 kg en crecimiento con una ganancia diaria de peso de 100 g, requiere alrededor de 184 g de proteína por día. Por lo tanto, solo en julio los borregos consumieron forraje conteniendo suficiente proteína para ganar peso.

El consumo de fibra por los borregos durante el año no fue uniforme ($P < 0.05$). Los consumos más altos de pared celular ocurrieron en mayo, junio y julio. Al parecer la composición de plantas en la dieta de los borregos afectó el consumo de pared celular. Elevados consumo de arbustos por los borregos incrementó ($r = 0.60$; $P < 0.05$) el consumo de pared celular, mientras que el consumo de pastos redujo ($r = -0.58$; $P < 0.05$) el consumo de pared celular. En general, los borregos aumentaron su consumo de pared celular en aquellos meses cuando se elevó el contenido de arbustos en la dieta. En los otros meses, cuando los borregos incrementaron el nivel de consumo de pastos en sus dietas, el consumo de nutrientes se redujo.

Tabla 3. Peso vivo y consumo de nutrientes de los borregos en una pradera de pasto buffel

Concepto	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Peso vivo, kg	39.2	34.1	36.7	39.1	37.6	37.2	39.6	36.7	39.0	41.0	43.1	42.0
CMO	0.7	0.8	0.6	0.9	1.1	1.0	1.1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9
kg.día	47.8	60.0	43.7	58.5	72.9	68.2	69.3	46.4	44.0	41.0	39.8	53.5
g.kg ^{0.75} .día	1.2	0.9	1.0	1.5	2.7	2.0	2.1	1.0	1.2	1.2	1.5	1.5
CED ^a	75.7	59.5	65.8	98.1	183.2	136.6	138.0	65.3	79.3	73.4	87.2	91.3
Mcal.día	90.1	108.7	94.0	138.6	145.2	156.1	189.7	118.7	93.1	90.4	88.1	100.0
Cal.kg ^{0.75} .día	5.8	7.7	6.7	9.3	9.8	10.5	12.3	6.9	6.6	5.6	5.2	6.1
CPC ^a	590.4	644.1	511.7	699.4	819.3	817.2	974.3	561.9	617.2	593.7	757.0	753.3
g.día	38.2	41.6	36.9	46.9	55.7	52.2	63.2	38.5	43.9	36.6	44.5	46.4
g.kg ^{0.75} .día	418.3	402.4	363.2	431.5	576.3	392.9	446.0	361.6	362.2	362.9	412.9	395.4
CFDN ^a	27.0	28.4	26.2	28.9	39.1	26.5	28.9	24.7	25.8	22.4	24.5	24.3
g.día												
g.kg ^{0.75} .día												

^aBase orgánica; CMO = Consumo de materia orgánica; CED; Consumo de energía digestible; DPC = consumo de proteína cruda; CFDN = consumo de fibra detergente neutro; CFDA = consumo de fibra detergente ácido.

Consumo de minerales por borregos

El consumo de K por los borregos pastoreando en una pradera de zacate buffel común fue reportado por Ramírez et al. (1995b). Ellos encontraron que los borregos que durante los meses de verano, los borregos consumieron más K, comparados con otros meses (Tabla 4). Las necesidades de K de los borregos son de 0.5% en la dieta (NRC, 1985). En el estudio reportado por Ramírez et al.(1995b), los borregos consumieron suficientes cantidades de K en cada mes para satisfacer y exceder sus requerimientos. Asimismo, las concentraciones de K en el forraje colectado del área de estudio promediaron 20.1 g.kg de la materia seca.

El consumo de Ca de los borregos no fue uniforme ($P<0.05$) entre meses. En mayo el consumo de Ca fue más elevado que en otros meses del año, pero el más bajo se registró en enero y febrero. El NRC (1985) establece que los borregos en pastoreo requieren de 0.20 a 0.80% de Ca en la dieta. Los borregos alimentados con zacate buffel (Ramírez *et al.*, 1995b) consumieron suficientes cantidades de Ca, durante todo el año, con excepción de enero y febrero, para cubrir sus requerimientos. Aun cuando los borregos seleccionaron dietas con elevados contenido de Ca, los niveles de este mineral, en el forraje colectado en la pradera fueron deficientes durante todo el año. Abril y agosto fueron los meses en que el forraje cortado en la pradera tuvo niveles de Ca para satisfacer los requerimientos de borrego en pastoreo. Las cantidades consumidas de Mg por lo borregos no fueron uniformes ($P<0.05$). en mayo los borregos consumieron la mayor cantidad de Mg y el más bajo consumo fue en enero y febrero. Los requerimientos de Mg de los borregos no se conocen aun, aunque el forraje conteniendo 0.6% en la dieta (Kearl, 1982; NRC, 1985) es considerado para los borregos adultos en pastoreo. Ramírez et al. (1995b) reportó que los borregos, alimentado con pasto buffel en una pradera del noreste de México, consumieron forraje con niveles adecuados, durante todo el año, para satisfacer sus necesidades de este mineral. Además, el forraje colectado en la misma pradera contenía cantidades de Mg suficientes para los requerimientos de borregos. Se ha reportado que el Mg se convierte en un problema muy frecuentemente cuando los rumiantes justo entran en la lactación y se les coloca en pasturas conteniendo menos del 0.2% de Mg en la dieta (Barros *et al.*, 1990) o cuando el Mg es alto (por ejemplo en

primavera). Durante mayo, junio y octubre el forraje en el área de estudio presentó cantidades de Mg menores a las requeridas para borregas en lactación.

Tabla 4. Consumo mensual de minerales por los borregos en una pradera de pasto buffel común

Minerales ^a	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
K, g.día	13.6	14.2	14.5	14.5	14.5	21.4	34.7	18.2	33.0	27.6	12.9	13.6	19.5
Ca, g.día	1.7	1.9	3.9	3.6	8.9	5.8	5.9	5.0	5.2	3.9	6.8	5.5	4.8
Mg, g.día	0.6	0.5	3.1	2.7	5.3	2.1	2.1	1.2	1.2	1.0	1.0	1.6	2.1
Na, g.día	5.4	5.6	7.1	4.5	5.1	6.4	6.2	4.6	12.5	8.3	7.3	5.0	6.5
Cu, mg.día	2.5	0.7	5.3	9.0	8.3	10.6	12.5	7.8	7.0	3.6	4.1	4.0	6.3
Zn, mg.día	27.5	25.6	22.6	27.5	30.3	71.7	381.8	220.9	250.9	204.0	223.3	75.2	130.0
Fe, mg.día	307.6	198.4	306.2	286.4	349.6	365.5	372.5	252.4	299.6	240.8	319.3	344.4	303.4
Mn, mg.día	39.8	15.5	66.8	51.6	59.3	114.6	118.9	41.9	71.8	56.0	52.0	76.9	63.8

^aBase seca.

Aparentemente, el forraje consumido por los borregos, en algunos meses, no contenía suficientes cantidades de Cu para cubrir los requerimientos de borregos en pastoreo (5.0 mg.día en la materia seca de la dieta; NRC, 1985), especialmente durante el otoño y el invierno. Entre los minerales traza evaluados en el estudio reportado por Ramírez *et al.* (1995b), el Cu fue el más crítico para reunir los requerimientos de borregos en pastoreo. Solo en agosto y septiembre, los niveles de Cu excedieron a los requerimientos para animales en pastoreo (Kearl, 1982; NRC, 1985). Los borregos en pastoreo requieren de 20 a 33 mg de Zn en la materia seca de la dieta, solo en algunos meses los borregos consumieron suficiente Zn para sus necesidades. El forraje colectado en la pradera de zacate buffel contenía niveles de Zn para cubrir las necesidades de borregos en pastoreo.

El Fe consumido por los borregos fue diferente entre meses. En verano, los borregos tuvieron el mayor consumo de Fe, comparado con otros meses. El consumo de Mn por los borregos no fue uniforme ($P < 0.05$) entre meses. Se ha establecido que los borregos en pastoreo requieren de 20 a 40 mg.día de Mn en la materia seca de la dieta (NRC, 1985). Solo durante febrero, los borregos no consumieron suficientes cantidades de Mn para cubrir sus requerimientos.

NUTRICIÓN DEL VENADO COLA BLANCA

Composición del agostadero y la dieta del venado cola blanca

En la mayor parte de los predios del noreste de México, la disponibilidad de forraje no es por lo general un problema para el venado cola blanca (Fulbrigh and Ortega, 2006). Las especies de plantas que crecen en los agostaderos de los municipios de Anahuac, Parás, Vallecillo y Linares, Nuevo León, México, pertenecientes al Matorral Espinoso Tamaulipeco de la Planicie Costera del Golfo y, en que en su mayoría, son consumidas por el venado cola blanca texano (Ramírez *et al.*, 1997), donde los arbustos, hierbas y pastos representan 68.0, 13.0 y 19.0 %, respectivamente.

Los venados seleccionan una mayor cantidad de arbustos (83.0 %), seguidos de hierbas nativas (16.0 %) y por último de pastos nativos (1.0 %) Sin embargo, la excepción es cuando los matorrales han sido eliminados y han sido sustituidos por praderas con pastos

introducidos o naturalizados como el pasto *Cenchrus ciliaris*. Sin embargo, las comunidades con mezclas de arbustos y gramíneas proporcionan al venado con suficientes cantidades de arbustivas de moderada a alta calidad nutritiva (Barboza *et al.*, 2009).

La diversidad de plantas forrajeras es un importante componente del agostadero para la nutrición del venado cola blanca. La diversidad de plantas comestibles y nutritivas, permite al venado seleccionar una dieta de calidad, proveniente de esas especies disponibles que conforme fluctúan las estaciones, también varían en su calidad nutricional. La diversidad es, particularmente importante si las especies manifiestan diferentes estados de crecimiento durante las estaciones del año. Una gran variedad de plantas en diferentes estados de crecimiento incrementa la probabilidad, durante todo el año, de disponibilidad de forrajes de alta calidad nutritiva. El venado puede cambiar los componentes de su dieta en respuesta a los cambios de los niveles de nutrientes asociados con el crecimiento estacional de cada especie (Iason, 2005). La diversidad es importante también; cuando las flores y frutos de las leguminosas, que en los ecosistemas del noreste de México y sur de Texas, EUA se producen al final del invierno y principios del verano, debido a que representan una importante fuente de alimento energético para el venado que los puede consumir para recuperar las pérdidas que sufrió durante el apareamiento (Hewitt, 2011).

Contenido de nutrientes en las plantas que consume el venado

Proteína

En la Tabla 5. se muestran los datos sobre requerimientos de PC del venado en diferentes estados fisiológicos y el contenido de PC de los tres grupos de plantas (hierbas, arbustos y pastos) que conforman la dieta del venado cola blanca en el matorral xerófilo Tamaulipeco (Ramírez, 2004). Aparentemente, con excepción de primavera, durante todo el año las principales hierbas que consume el venado contienen niveles de PC para satisfacer los requerimientos del venado en sus diferentes estados fisiológicos. Destacan por su alto contenido de PC *Zephyranthes arenicola.*, *Heliotropium angiospermum*, *Cynanchum barbigerum*, *Ruellia corzoi*, *Oxalis dichoandrefolia*, *Sida filicaulis* y *Dalea pogonatera*.

Asimismo, durante todas las estaciones, las plantas arbustivas contienen niveles de PC suficientes para el venado en los diferentes estados fisiológicos. Especies arbustivas que crecen en el noreste de México y sur de Texas, EUA y que son consumidas por el venado cola blanca como: *Acacia farnesiana*, *Acacia wrightii*, *Celtis pallida*, *Cercidium macrum*, *Desmanthus virgatus*, *Eysenhardtia polystachya*, *Karwinskia humboldtiana*, *Leucaena leucocephala*, *Pithecellobium ebano*, *Pithecellobium pallens*, *Prosopis glandulosa*, *Zanthoxylum fagara* contienen PC igual y, en algunos casos mayor, a 20% durante las cuatro estaciones del año. Por lo que la PC de estas plantas es más que suficiente para llevar a cabo satisfactoriamente las funciones fisiológicas como reproducción, gestación y lactancia y, con un porcentaje de PC soluble (digestible) arriba

de los requerimientos mínimos (7%) para el crecimiento de los microbios ruminales (Page y Underwood, 2006.).

Tabla 5. Requerimientos del venado cola blanca y contenido de PC (% base seca) de los principales tipos de plantas que consume el venado

Estado fisiológico	Estaciones			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Cervatillos			16	16
Adultos mantenimiento	7 a 10	7 a 10	7 a 10	7 a 10
Hembras en gestación	17	17	17	
Hembras lactando			17	
Desarrollo de las astas			15	15
Apareamiento	10	10	10	10
Tipos de forrajes				
Hierbas nativas	17	14	17	15
Arbustos y árboles nativos	18	18	18	17
Pastos nativos e introducidos	7	10	8	10
Promedio	14	14	15	14

Datos obtenidos de NRC (2007); Ramírez (2004)

En general, el promedio estacional de PC de los principales pastos que consume el venado cola blanca en el noreste de México, solo sería suficiente para mantener la actividad ruminal del venado (Tabla 5). Sin embargo, destacan por su alto contenido de PC *Panicum hallii* y *Cenchrus incertus*. Sin embargo, es probable que el venado incluya en sus dietas a los pastos por su alto contenido de fibra debido a que la fibra es empleada para que se lleve a cabo la función normal en su rumen al estimular la ruminación e insalivación. Otras funciones son su capacidad amortiguadora en el rumen (Van Soest *et al.*, 1991) y la regulación del consumo voluntario de alimento (Mertens, 1993). Aparentemente, el venado cola blanca que se desarrolla en los matorrales xerófilos del sur de Texas, EUA consume arbustos, hierbas y pastos con contenidos de PC muy similares a los reportados en este escrito. Esta similitud puede deberse a que, con muy pocas excepciones, el venado en Texas selecciona las mismas plantas en las diferentes estaciones del año (Richardson, 1999).

Energía

En la Tabla 6. se muestran las necesidades de energía digestible (ED) del venado en diferentes estados fisiológicos y el contenido de ED de las principales arbustivas, hierbas y pastos que conforman la dieta del venado en el matorral xerófilo Tamaulipeco del noreste de México. En estas latitudes, en verano, las hembras preñadas se encuentran en el último tercio de la gestación, se lleva a cabo la parición y lactancia de los recién

nacidos; además, continúa el crecimiento de los cervatillos, se produce el desarrollo completo de las astas e inicia el apareamiento (NRC, 2007; Strickland *et al.*, 2005). Todas estas etapas fisiológicas del venado demandan comparativamente mayores cantidades de energía. Aparentemente, solo las hierbas y, en cierta medida, las plantas arbustivas contienen cantidades suficientes de ED para satisfacer los requerimientos de los venados durante el verano y otoño. Por tanto, es conveniente que se promueva la remoción parcial de la vegetación arbustiva en los agostaderos realizando desmontes en franjas alternas que permita el crecimiento y desarrollo de hierbas comestibles para el venado, sobre todo durante el verano y otoño cuando se incrementa la precipitación y la demanda energética es mayor (Hewitt, 2011).

Tabla 6. Requerimientos del venado cola blanca y contenido de energía digestible (Mcal/kg base seca) de los principales tipos de plantas que consume el venado

Estado fisiológico	Estaciones			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Cervatillos			2.86	2.56
Adultos mantenimiento	2.14	2.14	2.14	2.14
Hembras en gestación	2.39	2.39	2.48	
Hembras lactando			2.56	
Desarrollo de las astas			2.31	2.31
Apareamiento	2.52			2.52
Tipos de forrajes				
Hierbas nativas	2.32	2.09	2.58	2.57
Arbustos y árboles nativos	2.31	2.26	2.16	2.19
Pastos nativos e introducidos	1.60	1.62	1.66	1.70
Promedio	2.08	1.99	2.14	2.15

Datos obtenidos de NRC (2007); Ramírez (2004); Strickland *et al.* (2005)

Las hierbas *Cynanchum barbigerum*, *Polyanthes maculosa*, *Sida filicaulis* y *Dyssodia pentachyata*, que son consumidas por el venado cola blanca y que crecen en el matorral xerófilo del noreste de México y sur de Texas, destacan por su alto contenido energético (Ramírez, 2004). Asimismo, también sobresalen por su alto contenido de ED los arbustos *Cercidium macrum*, *Eysenhardtia polystachya*, *Forestiera angustifolia*, *Gymnosperma glutinosum*, *Hellietia parvifolia*, *Leucaena leucocephala* y *Pithecellobium, pallens*.

Minerales

Aparentemente, el forraje de plantas arbustivas nativas que crecen en el noreste de México y que son consumidas por el venado cola, contienen Ca en concentraciones suficientes, durante todo el año, para satisfacer sus requerimientos en todos los estados fisiológicos (Tabla 7). Especies como *Bernardia myricaefolia*, *Caesalpinia mexicana*, *Castela texana*, *Zanthoxylum fagara* y *Karwinskia humboldtiana* destacan por su alto

contenido de Ca comparadas con otras arbustivas que consume el venado cola blanca texano en el noreste de México y sur de Texas, EUA. Las hierbas nativas contienen más altas cantidades de Ca que las arbustivas y pastos que crecen en el noreste de México.

Tabla 7. Requerimientos del venado cola blanca y contenido de Ca (g/kg MS) de los principales tipos de plantas que consume el venado

Estado fisiológico	Estaciones			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Cervatillos			4.0	4.0
Adultos mantenimiento	3.0	3.0	3.0	3.0
Hembras en gestación			4.5	4.5
Hembras lactando			4.5	4.5
Desarrollo de las astas			4.5	4.5
Apareamiento	3.0			3.0
Tipos de forrajes				
Hierbas nativas	29	28	37	31
Arbustos y árboles nativos	27	22	25	27
Pastos nativos e introducidos	6	6	6	6
Promedio	20	19	23	21

Datos obtenidos de NRC (2007); Ramírez (2004)

Sobresalen *Heliotropium angiospermum* y *Coldenia greggii* y *Ruellia corzoi* con medias anuales respectivamente de 68, 48 y 45 (g/kg MS). Las hierbas también tienen Ca en cantidades aceptables, durante todo el año, para el máximo crecimiento y desarrollo del venado. Los pastos, por otra parte, contienen las cantidades más bajas de Ca comparadas con arbustivas y hierbas. *Panicum hallii*, *Bouteloua gracilis* y *Chloris ciliata* tienen los contenidos más altos de Ca. A pesar de su relativamente bajo contenido de Ca, los pastos nativos, durante todo el año, cubren las necesidades metabólicas de Ca del venado cola blanca (Tabla 7).

Los machos adultos almacenan minerales en su esqueleto y los transfieren hacia las astas si son requeridos, lo que pudiera ayudar a explicar porqué los estudios sobre requerimientos de minerales no coinciden. Es un hecho que mientras las astas se están mineralizando, los machos padecen osteoporosis (pérdida de minerales en los huesos). Una vez que las astas se endurecen, los minerales, como el Ca, perdidos de los huesos, son remplazados por los provenientes de la dieta del venado. De cualquier manera, para una verdadera e impresionante encornadura, los genes del venado juegan un papel muy importante como lo hacen los minerales en la dieta (NRC, 2007).

Con excepción de las hierbas *Polyanthes maculosa*, *Sida filicaulis* y *Zephyranthes arenicola*, todas las hierbas, arbustivas y pastos contienen P, durante todo el año, en cantidades no satisfactorias para cubrir las necesidades de máximo crecimiento y desarrollo del venado (Tabla 8). Por lo tanto, el P es un nutriente limitante en el noreste de México (Ramírez, 2004) y sur de Texas, EUA (Barnes *et al.*, 1990) para el

crecimiento y desarrollo óptimo de los cervatos recién destetados, hembras en gestación y lactación y para un máximo crecimiento de las astas de machos adultos.

Tabla 8. Requerimientos del venado cola blanca y contenido de P (g/kg MS) de los principales tipos de plantas que consume el venado

Estado fisiológico	Estaciones			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Cervatillos			3.0	3.0
Adultos mantenimiento	2.8	2.8	2.8	2.8
Hembras en gestación			3.0	3.0
Hembras lactando			3.0	3.0
Desarrollo de las astas			3.0	3.0
Apareamiento	2.8			2.8
Tipos de forrajes				
Hierbas nativas	1.7	1.4	1.7	1.7
Arbustos y árboles nativos	1.0	1.2	1.1	1.1
Pastos nativos e introducidos	1.0	1.1	1.1	1.1
Promedio	1.2	1.2	1.3	1.3

Datos obtenidos de NRC (2007); Ramírez (2004)

Sin embargo, se ha determinado que el venado no muestra los síntomas de deficiencia característicos de la deficiencia de P. Lo anterior se debe, probablemente a que el venado consume hierbas con alto contenido de P, siempre y cuando estén disponibles en el agostadero. Además, es probable a que el venado tenga mecanismos de conservación y transferencia de P proveniente del tejido óseo hacia las astas, similar a aquellos conocidos del Ca (Stephenson y Brown, 1984). Tales mecanismos pudieran permitir al venado a seleccionar hierbas altas en P en la primavera y conservar el P para los períodos críticos.

Ramírez (2004) ha reportado que los contenidos de sodio y cobre, en la mayoría de las plantas que consume el venado son bajos para satisfacer las demandas de pequeños rumiantes que pastorean en el noreste de México. Por consiguiente, también resultarían bajos para cubrir las necesidades de Na y Cu del venado (Bartoskewits *et al.*, 2007).. Por tanto, minerales como el P, Na y Cu son limitantes para la productividad del venado durante todas las estaciones del año.

NUTRICIÓN DE FORRAJES NATIVOS DE ZONAS ÁRIDAS

Arbustos y árboles como fuente de nutrientes

Los rumiantes con frecuencia ramonean una amplia variedad de árboles y arbustos. Estos sirven como alimentos para los animales en las zonas tropicales y subtropicales, que con frecuencia son ramoneados o en ocasiones lo cortan y son ofrecidos a los rumiantes en corral (Benavides, 1989; Kibria *et al.*, 1994). Una de las características más consistentes es la práctica de alimentación con hojas de árboles y arbustos a cabras y borregos. Por lo anterior, se debe hacer énfasis en su utilización, ya que puede representar una importante estrategia en países en desarrollo. Sin embargo, la apreciación del valor de los árboles y arbustos, como fuente de forraje, difiere de un país a otro y entre regiones del mismo país.

Las hojas, yemas y las ramas de árboles y arbustos son un componente de la vegetación nativa y son más comunes en áreas montañosas frías y regiones semiáridas. Las especies presentes y su densidad varían ampliamente con respecto al clima, tipo de suelo y precipitación. Existen muchas características agronómicas deseables de arbustos y árboles que son potencialmente relevantes para la alimentación animal. Ivory (1990) propuso que en general, las características agronómicas deseables de una especie son: aquella que presente fácil establecimiento, competitividad contra las malas hierbas, que permanezca altamente productiva aun cortándola o con el pastoreo, siendo adaptadas al clima particular y a las diferentes condiciones edafológicas y del medio ambiente, que requieran poco o nada de fertilizante, resistente a plagas locales y enfermedades, adecuada producción de semilla o ser confiable en su propagación vegetativa y tener un buen valor nutritivo y aceptabilidad por los animales. Ha sido de interés considerable en la región de Asia y, más recientemente en África y América Tropical, la selección y evaluación de especies de arbustos y especies de árboles, que reúnan estos criterios para su potencial como uso múltiple.

Se ha encontrado extrema variabilidad en los valores nutritivos en especies de arbustos y árboles usados en la alimentación del ganado. Esta variación es debida a la amplia variedad inherente de los valores nutritivos entre especies, así como a la variación encontrada dentro de la especie, por las diferencias en las partes de las plantas, edad del tejido, tipos de suelos y el clima, en los cuales las plantas están creciendo. Por otra parte, el valor nutritivo de los forrajes está en función de su digestibilidad, composición química (mineral) y presencia de toxinas o factores antinutritivos. Aunque el potencial de ramoneo es ampliamente conocido, notablemente hay una extrema escasez de información en este uso por los rumiantes, lo anterior da como resultado una necesidad de más investigación dentro del hábito del manejo del ramoneo para el balance de calidad y cantidad del forraje hacia la productividad y estabilidad dentro del pastoreo y el ramoneo (Devendra, 1994).

El valor del forraje de arbustos y especialmente de árboles, es su papel como complemento en las dietas, el cual está relacionado con el suministro de N, energía, minerales y vitaminas en las dietas. En muchas partes de los trópicos, regularmente el forraje de árboles es utilizado en la alimentación de cabras durante la escasez y sequía. En condiciones semejantes, la subsistencia alimenticia, principalmente de pajas de cereales de bajo valor nutritivo, resulta en reducciones del peso vivo y disminuye la productividad de los animales. El uso del forraje de arbustos como complemento, es una alternativa que quizás no ha tenido una atención adecuada en la investigación (Devendra 1990).

El ramoneo como fuente de energía

Aparentemente, la energía disponible en el follaje de muchas especies ramoneables, reportadas en la literatura es baja. Los coeficientes de digestibilidad *in vitro* de la materia seca, de 222 especies evaluadas en 13 reportes de la literatura, tienen un promedio de 50.6%, con variación dentro de un intervalo de 11 a 84%. Aproximadamente, 25% de las especies ramoneables tienen valores de digestibilidad entre 11 y 19%. A pesar de su baja digestibilidad, las diferentes especies ramoneables son importantes por la presencia de follaje en la estación seca (invierno). Algunas de las especies altas en energía comúnmente contienen factores antinutricionales como la lignina, compuestos fenólicos y taninos condensados. Estos factores, en gran medida, pueden disminuir la digestibilidad del forraje (Jones y Wilson, 1987). Sin embargo, las cabras y el venado cola blanca se desarrollan con estos alimentos mucho mejor que las ovejas y el ganado bovino. Las razones no están totalmente entendidas. Se ha sugerido que el incremento de la función salival produce la proteína prolina, que atrapa taninos y separa la proteína para la digestión ruminal (Hoffman, 1987). Los coeficientes de digestibilidad *in vitro* pueden ser subestimados, porque la saliva artificial usada en la técnica *in vitro* no contiene prolina, rindiendo valores bajos de digestibilidad de la materia seca (Ramirez, 1996).

Los taninos condensados contenidos en 69 especies ramoneables, obtenidas de cuatro reports de la literatura, afectaron negativamente ($r=-0.39$; $P<0.0001$) los coeficientes de digestibilidad *in vitro*. Además, la lignina contenida en 149 especies ramoneables obtenidas de siete artículos científicos, también redujo ($r=-0.43$; $P<0.0001$) la digestibilidad *in vitro* de la materia seca del forraje. Como se pudiera haber esperado, las hojas de la mayoría de las especies ramoneables son altas en lignina; aproximadamente el 38% de las especies revisadas estuvieron dentro de un intervalo de 0 a 8%. Por otra parte, las arbustivas ramoneables tuvieron bajos porcentajes de pared celular; de 97 especies evaluadas de seis reportes de la literatura, 57% tuvieron valores de pared celular entre 20 y 49%; además, 35% de las especies tuvieron valores entre 50 y 64% y, el 9% tuvo valores dentro de un intervalo de 65 a 94%. El valor medio fue de 47.6%. Sin embargo, la pared celular afectó negativamente ($r=-0.51$; $P<0.0001$) el coeficiente de digestibilidad *in vitro*, así como el contenido de celulosa ($r=-0.35$; $P<0.0001$). La hemicelulosa contenidas en las 97 especies ramoneables fue baja; el 85% de las especies estuvieron dentro de un intervalo de 0.1 a 16%; el 12% estuvieron entre 17 y 24% y solo el 3% de las especies restantes tuvieron valores de hemicelulosa entre el 25 y 40% (Conklin, 1994).

Proteína en el forraje de árboles y arbustos

El contenido de proteína cruda en las especies ramoneables es relativamente constante a través del año y, usualmente, más alto que la de los pastos durante la época seca (Ramirez *et al.*, 1995a). Por lo tanto, el forraje de arbustos es frecuentemente referido como un complemento proteico para ganado y fauna silvestre (Ramírez, 2004). Sin embargo, existe un amplio rango en proteína cruda contenida entre las especies ramoneables. La media de 277 plantas evaluadas en 22 reportes científicos, mostró un valor de 17% y estas estuvieron dentro de un rango de 3.1 a 41.7%. Además, el 44% de las especies ramoneables tuvieron un valor de proteína cruda de 13 a 19%; el 26% estuvieron entre 5 y 12%; el 24% estuvieron dentro 20 a 26% y sólo el 6% estuvo entre 27 y 41%. El análisis de correlación mostró, como era de esperarse, que la proteína cruda influyó positivamente ($r=0.42$, $P<0.0001$) en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de las

plantas evaluadas. Las especies ramoneables leguminosas, sorpresivamente no parecen ser mucho más altas en proteína cruda que las especies no leguminosas, aunque hay muchas especies leguminosas que son altas en proteína (Devendra, 1994). Por otra parte, aunque las hojas de especies ramoneables son bajas en pared celular comparadas con la de los pastos, la pared celular determinada en 97 especies ramoneables estuvo negativamente correlacionada ($r=-0.20$, $P<0.05$) con el contenido de proteína cruda. Esto pudiera significar que las arbustivas ramoneables con altos niveles de pared celular tienen menos proteína cruda. Esta correlación fue estimada en plantas que crecen en regiones semiáridas (Blair, 1990).

Debido a que generalmente las arbustivas contienen elevados niveles de proteína, su consumo afecta la digestibilidad de todos los alimentos consumidos por el ganado. Ha sido reportado que en praderas de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) pastoreado en el noreste de México, que crece mezclado con arbustos nativos, puede promover una mejor nutrición para el pastoreo de rumiantes, que aquellas praderas que solo contienen pasto buffel (Ramirez *et al.*, 1995a). Además, se reportó¹⁹ que las ovejas incrementaron su consumo de materia orgánica, proteína cruda y pared celular, cuando los niveles de especies arbustivas se incrementaron en sus dietas. Asimismo, la presencia de arbustivas ramoneables en dietas de ovejas durante primavera y verano, proveyeron adecuados niveles de macro y micronutrientes, en los forrajes consumidos, para la producción ovina (Ramirez *et al.*, 1995b).

Conclusiones

El follaje de arbustos, hierbas y pastos nativos del Noreste de México, representan una importante fuente de alimento para caprinos bajo sistemas de manejo extensivo. Las cabras consumen más forraje de arbustos que otras especies de ganado. En general, los arbustos son preferidos y seleccionados sobre otro tipo de vegetación. Las dietas seleccionadas contienen cantidades adecuadas de proteína cruda y minerales, aunque son deficientes en energía, durante todo el año. Elevados niveles de lignina en las dietas pudieron haber disminuido la utilización energética por las cabras. Por otra parte, las praderas con zacate buffel que crece mezclado con arbustos nativos, pueden proveer una mejor nutrición para los rumiantes en pastoreo, que las praderas que solo contienen zacate buffel, especialmente durante las estaciones de primavera y verano, y mantienen la condición corporal durante las estaciones de otoño e invierno. Ninguna planta en particular puede mantener, durante todo el año, el nivel de nutrientes que requiere el venado para obtener un óptimo crecimiento y reproducción. Por lo que se hace necesario mantener en el agostadero una amplia diversidad de plantas comestibles. El venado, por su parte, puede cambiar los componentes de su dieta en respuesta a los cambios de los niveles de nutrientes asociados con el crecimiento estacional de cada especie de planta. Los requerimientos del venado se deben considerar basándose en los cambios estacionales, dado que éstos corresponden a los cambios fisiológicos en el venado y disponibilidad de alimentos. Las hierbas y las arbustivas que son consumidas por el venado cola blanca y que crecen en el matorral xerófilo del noreste de México y sur de Texas, destacan por su alto contenido energético y proteico, respectivamente. En cambio, los pastos son consumidos por su alto contenido de fibra para la ruminación. Aun cuando el forraje de árboles y arbustos esté disponible y pueda servir de alimento de alto valor nutricional, especialmente durante la sequía o el invierno, éstas plantas son poco utilizadas en muchos países del mundo. Esto pudiera estar relacionado por la ignorancia del potencial alimenticio de estas plantas. Para agrandar el uso forrajero de árboles y arbustos, se requiere más información relacionada con la adaptación de las especies y el

manejo apropiado de cada una. Más investigación deberá ser conducida en el uso de árboles y arbustos forrajeros como complementos proteicos, vitamínicos y de minerales, ya que puede ser una alternativa estratégica que quizás no se le ha dado adecuada atención en la investigación de desarrollo.

Literatura Citada

- Allison, C. D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. *J. Range Management* 38:305-309.
- Araya, J., L. E. Benavides, R. Arias, and A. Ruiz. 1993. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. En: II Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería con Rumiantes Menores, San José, Costa Rica, p. 1-45.
- Barboza, P. S., K. L. Parker, and I. D. Hume. 2009. Integrative Wildlifwe Nutrition. Berlin. Springer. p. 222-265.
- Barnes, T. G., L. W. Varner, L. H. Blankenship, T. J. Fillinger, and S. C. Heinemann. 1990. Macro and trace mineral content of selected south Texas deer forages. *J. Range Management* 43: 220-223.
- Barros, N. N., Kawas, J., Jonson, W.L. and Shelton, J.M. 1990. Forage energy utilization of Somali lambs fed nipergrass *ad libitu* and an energy supplement at incremental levels. *Pesqui. Agropecu. Bras* 25:1 283-1291.
- Bartoskewits, M. L., D. G. Hewitt, J. C. Laurens, J. S. Pitts, and F. C. Bryant. 2007. Effect of dietary concentrations of copper and zinc on white-tailed deer antler growth. *Small Ruminant Research* 73:87-94.
- Becker, K., and J. Lohrmann. 1992. Feed selection by goats on tropical semi-humid rangelands. *Small Ruminant Research* 8: 285-298.
- Benavides, J. E. 1986. Resumen de investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas en el proyecto de sistemas de producción animal CATIE, Serie Técnica. Informe Técnico No 7. Turrialba (Costa Rica). p. 40-2.
- Blair, G. J. 1990. The diversity and potential value of shrubs and tree fodder. In: Shrubs and Tree Fodders for Farm Animals. Devendra, C. (ed.). Proceedings of a Workshop in Denpasar, Indonesia, International Development Research Center (IDRC) 276e, Ottawa, Canada. p. 2-11.
- Conklin, N. L. 1994. Tannin and *in vitro* digestibility of tropical browse: predictive equations. *Journal of Range Management* 47: 398-404.
- Devendra, C. 1990. The use of shrubs and tree fodders by ruminants. In: Shrubs and tree fodders for farm animals. Devendra, C. (ed.). Proceedings of a Workshop in Denpasar, Indonesia, IDRC 276e, Ottawa, Canada. p. 88-96.
- Devendra, C. 1994. Browse as a sustentable feed resource for small ruminants. Proceedings of VII World Conference on Animal Production. Edmonton, Alberta, Canada, p. 119-136.
- Fulbright, T. E., and J. A. Ortega-S. 2006. White-tailed Deer Habitas: Ecology and Management in Rangelans. College Station, TX: Texas A & M University Press. P. 123-127.
- Hanselka, C. W. 1985. Grazing management strategies for buffelgrass. In: Buffelgrass: Adaptation, Management and forage quality. Bull MP-1575. Texas Agricultural Experimental Station, Texas A&M University, Collage Station, TX, p. 53-65.
- Hewitt, D. G. 2011. Nutrition. In: Biology and Management of White-tailed Deer. Hewitt, D. G. (ed.). CRC, Press, Boca Raton, Florida, EUA. p. 75-106.
- Hoffman, R. R. 1987. Role of shrubs and trees as a feed for animals. In: Aspects of Digestive Physiology in Ruminants Dobson, A. (ed.). Cornell University Press, New York. p.1-26.
- Holechek, J. L., R. D. Pieper, and C. H. Herbel. 2002. Range Management. Principles and Practices. 2nd (ed.). p. 135-142.
- Iason, G. 2005. The role of plant secondary metabolites in mammalian herbivory: Ecological perspectives. *Proceedings of the Nutrition Society* 64: 123-141.
- Ivory, D. A. 1990. Major characteristics and nutritional value of shrubs and tree fodders. In: Shrubs and Tree Fooders for Farm Animals, Devendra, C. (ed.). Proceedings of a Workshop in Denpasar, Indonesia, IDRC 276e Ottawa, Canada. p. 22-38

- Jones, D. I. H., and A. D. Wilson. 1987. Use of browse plants in sheep nutrition. *In: the Nutrition of Herbivores*. Hacker, J. B., and J. H. Ternouth (eds.). Academic Press, New York. p. 65-89.
- Kearl, L. C. 1982. Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries. International Feedstuffs Institute, Utah Agricultural Experimental Station, Utah State University, Logan, Utah, USA. p. 67-69.
- Kessler, J. 1991. Mineral Nutrition of Goats. *In: Moran-fehr, P.* (ed.). Goat Nutrition. EAAP Publication No. 46, p. 94-103.
- Kibria, S. S., T. N. Nahar, and M. M. Mia. 1994. Tree leaves as alternative feed resources for Black Bengal goats under stall-fed conditions. *Small Ruminant Research* 13: 217-2.
- Laribi, M. M., R. D. Pieper, R. F. Beck, Kiesling, H. E. and Southward, G. M. 1988. Botanical content of goat diets on creosotebush-dominated. Research report 629 of the Agricultural Experimental Station, New Mexico State University, Las Cruces, NM, USA, p. 1-4.
- Malechek, J. C. 1990. Behavioral ecology of sheep and goats: Implications to sustained production on pastures and rangelands. Proceedings EAAP 41st Annual Meeting, Toulouse, France, p. 1-25.
- Mellado, M., Foote, R.H., Rodríguez, A. and Zárate P. 1991. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goats grazing on desert grassland in Northern Mexico. *Small Ruminant Research* 61: 141-150.
- Mertens, D. R. 1993. Kinetics of cell wall digestion and passage in ruminants. p. 535-570. En H. G. Jung, D. R. Buxton, R. D. Hatfield, and J. Ralph (ed.) Forage cell wall structure and digestibility. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- Moor, J. E., and G. D. Mott. 1973. Structural inhibitors in quality of tropical grasses. In: Antiquity Components of Forage. Crop Science Society, Special publication No. 4, Madison, WI, p. 53-98.
- NRC. 1985. Nutrient Requirements of Sheep. National Academy Press, Washington, DC. p. 2-19.
- NRC. 2007. National Research Council. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. National Academy Press. Washington, DC, USA. p. 123-175.
- Page, B. D., and H. B. Underwood. 2006. Comparing protein and energy status of winter-fed white-tailed deer. *Whitelife Society Bulletin* 34: 716-724.
- Pfister, J. A., and J. C. Malechek. 1986. The voluntary forage intake and nutrition of goats and sheep in the semi-arid tropics of northeastern Brazil. *Journal of Animal Science* 63: 1078-1086.
- Pinchak, W. E., L. W. Greene, and L. J. Hunt. 1990. Biases in relative estimates of dietary mineral status form esophageal extrusa. *Journal of Range Management* 43: 136-138.
- Ramírez, R. G., L. A. Rodríguez, A. C. Tagle, I. del Valle, and A. González. 1990. Nutrient content and intake of forage grazed by range goats in northeastern Mexico. *Small Ruminant Research* 3: 43-50.
- Ramírez, R. G., A. Loyo, R. Mora, E. M. Sánchez, and A. Chaire. 1991. Forage intake and nutrition of range goats in a shrubland in northeastern Mexico. *Journal of Animal Science*, 69: 879-885.
- Ramírez, R. G., J. G. Saucedo, J. A. Narro, and J. Aranda 1993a. Preference indices for forage species grazed by Spanish goats on a semiarid shrubland in Mexico. *Journal of Applied Animal Research* 13: 55-66.
- Ramírez, R. G., E. Rios, J. Garza, 1993b. Nutritional profile and intake of forage grazed by Spanish goats in semi-arid land, *Journal of Applied Animal Research* 3: 113-122.
- Ramírez, R. G., E. Mireles, J. M. Huerta, and J. Aranda. 1995a. Forage selection by range sheep on a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture. *Small Ruminant Research* 17: 129-135.
- Ramírez, R. G., D. S. Alonso, and J. M. Huerta. 1995b. Nutrient intake of range sheep on a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture. *Small Ruminant Research*. 17: 123-128.
- Ramírez, R. G., J. M. Huerta, J. R. Kawas, D. S. Alonso, E. Mireles, and M.V. Gómez. 1995c. Performance of lambs grazing in a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture and estimation of their maintenance and energy requirements for growth. *Small Ruminant Research*. 17:117-121.
- Ramírez, R. G. 1996. Feed value of browse. *In: VI International Conference on Goats*. International Publishers, Beijing, China, p. 510-517.
- Ramírez, R. G., G. F. W. Haenlein, A. Treviño, and J. Reyna. 1996. Nutrient and mineral profile of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus, texanus*) diets in northeastern Mexico. *Small Ruminant Research* 23: 7-16.
- Ramírez, R. G., J. B. Quintanilla, and J. Aranda 1997. White-tailed deer food habits in northeastern México. *Small Ruminant Research* 25: 142-146.
- Ramírez, R. G., R. Foroughbackhck, L. Háuad, J. Alba-Avila, C. G. García-Castillo, and M. Espinoza-Vázquez. 2001a. Seasonal dynamics of dry matter, crude protein and cell wall digestion in total

- plant, stems and leaves of common buffel grass (*Cenchrus ciliaris*). *Journal Applied Animal Research*. 19:40-44.
- Ramírez, R. G., A. Enriquez Martell, y F. Lozano-González. 2001b. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel común y nueve zacates nativos del noreste de México. *Ciencia UANL* 4:313-320.
- Ramírez, R. G. 2004. Nutrición del Venado Cola Blanca. Editorial Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, N.L., México. p. 106-135.
- Ramírez, R. G. 2008. Nutrición de Caprinos. Editorial Trillas, México, D.F. 123-127.
- Ramírez, R. G. 2009. Nutrición de Rumiantes: Sistemas Extensivos. Editorial Trillas, 2ª Edición. Mexico, D.F. p. 57-75.
- Richardson, C.L. 1999. Factors affecting deer diets and nutrition. South Texas Rangelands. Texas Agricultural Extension Service. Texas A & M University, College Station. I. 2393, pp. 1-6.
- Schacht, W. H. and M. Malechek. 1989. Nutrition of goats as influenced by thinning and clearing of deciduous woodland in northeastern Brazil. *Journal of Animal Science* 67: 2487.
- Stephenson, J. W., and R.D. Brown. 1984. Calcium kinetics in male white-tailed deer. *Journal of Nutrition* 114: 1014-1024.
- Strickland, B. K., D. G. Hewitt, C. A. DeYoung, and R. L. Brinham. 2005. Digestible energy requirements for maintenance of body mass of white-tailed deer in southern Texas. *Journal of Mammalogy* 86: 56-60.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-359.

EL USO DE GRANOS DE DESTILERIA EN LA ALIMENTACION DEL GANADO

Sergio A. Soto Navarro¹ y María Fernanda Martínez Pérez²

¹Department of Animal and Range Sciences, New Mexico State University

²College of Veterinary Medicine, Kansas State University

Introducción

En la última década, la producción de etanol se ha incrementado debido a la demanda como combustible automotriz (Renewable Fuels Association, 2012). El etanol se puede producir de almidón o celulosa presente en los alimentos cultivados. Algunos de los cultivos utilizados para la producción de etanol incluye maíz, sorgo, pasto varilla (*Panicum Virgatum*) y madera. Sin embargo, el principal cultivo utilizado para la producción de etanol en Estados Unidos de América es el maíz por su alta disponibilidad. Existen 3 métodos principales para la producción de etanol: molienda húmeda, molienda seca y producción enzimática de biomasa celulósica.

Los objetivos del presente manuscrito son: a) describir a grandes rasgos los principales procesos utilizados para la producción de etanol, b) describir las principales características nutricionales de los subproductos de la producción de etanol, c) revisar el uso de los granos de destilería en la alimentación del ganado, y d) explicar la posible toxicidad por azufre al utilizar granos de destilería en la alimentación del ganado.

Métodos Utilizados para la Producción de Etanol

Molienda húmeda es el proceso en el cual el grano es empapado en ácido sulfúrico diluido con agua por 24 a 48 horas, con lo que se humedece el grano y permite a los solubles entrar en suspensión. El propósito de este proceso es remover el almidón del núcleo, al separar fibra y proteína desarticulando la matriz del endospermo. Una vez que termina el periodo de humedecimiento, la suspensión de maíz es separada en fracciones de germen y proteína por medio de tamaño de partícula y densidad. Como los componentes remanentes tienen mayor densidad, el germen es removido por medio de hidro-ciclones, lavado, prensado y deshidratado para ser vendido a fábricas que extraen aceites. Después, la fibra es lavada y combinada con el agua de remojo para formar alimento de gluten de maíz (corn gluten feed, **CGF**). La suspensión remanente es inicialmente centrifugada para separar la fracción proteica, gluten de maíz y formar una suspensión de almidón y flujo de gluten. El gluten es deshidratado por medio de filtrado a vacío para obtener harina de gluten de maíz (corn gluten meal; **CGM**). Después de que la suspensión de almidón es producida por el proceso de remoción de proteína, se concentra y purifica con el uso de hidro-ciclones. El almidón recuperado de esta solución se cuece en cocedores de alta temperatura y se coloca en los fermentadores. La levadura, amoníaco, urea y agua para remojo se agregan al almidón para ayudar a la fermentación. Después de 40 a 50 horas de fermentación, la suspensión producida es separada a través

de columnas de separación para obtener etanol, agua y solubles de destilería. El etanol obtenido es concentrado y deshidratado usando destilación y tamices moleculares. Al producto final se le agrega gasolina para su venta como combustible.

En contraste con la molienda húmeda, la molienda seca consiste en la separación física del germen y el pericarpio del endospermo del grano. Primeramente el grano es molido para permitir que el agua penetre el endospermo y así incrementar la actividad enzimática durante el proceso de fermentación. Una vez molido, el grano es combinado con α -amilasa y agua, y cocido para formar una mezcla. La mezcla es transferida a cámaras de fermentación donde se le agrega levadura y glucoamilasa para iniciar la fermentación. También amoniaco es agregado para controlar el pH. Como se mencionó en el proceso de molienda húmeda, se permite que la fermentación trascorra de 40 a 50 horas, enfriando y agitando la mezcla para facilitar la actividad fermentativa de la levadura. Después de la fermentación, el etanol es separado del agua y los solubles a través de destilación. Los tamices moleculares físicamente separan el agua del etanol con base en el tamaño molecular produciendo etanol anhídrido. De nuevo se agrega gasolina para vender el etanol. La solución remanente del proceso de destilación es centrifugada para producir una solución diluida (contiene de 5 a 10% de sólidos) y granos de destilería húmedos (wet distillers grains; **WDG**). Aproximadamente 30% de la solución diluida es reutilizada en los tanques de cocción para reducir la cantidad de agua fresca utilizada. El resto es enviado a un evaporador donde es concentrada para producir solubles de destilería condensados (de 25 a 50% sólidos). Estos son mezclados con los granos de destilería húmedos y secados para formar los granos de destilería secos con solubles condensados (dry distillers grains with condensed solids; **DDGS**).

El último proceso de producción de etanol es la fermentación de biomasa celulósica enzimática. La biomasa utilizada generalmente es madera o zacates los cuales tienen un alto contenido de celulosa. En este proceso, la biomasa primero se muele o se pica para reducir el tamaño de partícula. Después se mezcla con ácido sulfúrico diluido para desdoblar hemicelulosa a azúcares simples, proceso llamado hidrólisis. Las celulasas producidas o compradas son agregadas a la mezcla para desdoblar celulosa a azúcares simples (hidrólisis de celulosa). Bacterias fermentadoras como *Zymomonas mobilis*, son posteriormente agregadas para convertir glucosa y pentosa en etanol. El etanol producido es destilado y deshidratado para obtener etanol anhidro. Sin embargo, mientras que la celulosa y hemicelulosa son utilizadas para producir etanol, la lignina (la parte más indigestible de la pared celular de la planta) y el glicerol quedan como subproductos. La lignina se puede quemar para producir electricidad, ya que genera más energía que quemar combustibles fósiles. En contraste, el glicerol puede ser utilizado como endulzante, humectante y preservador de alimentos. Por tanto, los subproductos tienen un uso práctico y no ocupan un lugar en el relleno sanitario.

Perfil de Nutrientes de los Subproductos

A diferencia de lignina que solo se puede utilizar para generar electricidad, los DDGS, WDGS, CGF, y CGM tienen perfiles alimenticios altamente aceptables y pueden ser utilizados como ingredientes para alimentos, tanto de animales como de humanos. Sin embargo, estos subproductos presentan variación considerable en la composición

nutricional dependiendo en el proceso de extracción, variación entre planta y planta, lote y lote, entre otros factores. Por lo tanto, la composición nutricional es reportada en rangos de valores. Los DDGS tienen un rango de NDT de 85 a 90%, PC 25 a 32%, grasa 8 a 12%, FDN 42 a 44%, fósforo 0.40 a 0.80%, calcio 0.10 a 0.20%, potasio 0.87 a 1.33% y azufre de 0.37 a 1.12% en base a materia seca (Lardy, 2007). En contraste, WDGS tienen un rango ligeramente más alto de NDT, CP, grasa y azufre (70 a 110%, 30 a 35%, 10 a 18%, y 0.40 a 1.20%, en base a materia seca, respectivamente; Lardy, 2007). Sin embargo los valores de potasio y fósforo son similares a los de DDGS, y el rango de calcio es significativamente más bajo (0.02 a 0.03% en base a materia seca; Schingoethe, 2008). El CGF tiene un rango aproximadamente de NDT 75 a 80%, PC 20 a 24%, grasa 3.5 a 4%, FDN 35 a 37%, fósforo 1.0 a 1.2%, calcio 0.08 a 0.1%, potasio de 1.2 a 1.8% y de azufre 0.35% a 0.45% en base a materia seca (Schingoethe, 2008). Sin embargo, el CGM, que se extrae en el mismo paso del proceso que el CGF, tiene una concentración mayor de PC y NDT que CGF (60 y 83%, respectivamente, en base a materia seca; Lalman y Richards, 2009). Sin embargo el contenido de FDN, grasa, fósforo, calcio, y potasio son más bajos que los de CGF (14, 2.5, 0.66, 0.05, y 0.35% en base a materia seca; Lalman y Richards, 2009).

Uso de Subproductos de la Producción de Etanol en la Alimentación del Ganado

La expansión rápida de la industria del etanol ha resultado en el incremento en la oferta de subproductos, principalmente DDGS, los cuales son utilizados eficientemente por los rumiantes (Klopfenstein et al., 2008). En dietas de ganado en engorda, se ha observado que la inclusión de DDGS incrementa la ganancia diaria y la eficiencia alimenticia, presentando el mejor comportamiento animal cuando los DDGS se incluyen al 20% de la dieta (Buckner et al., 2007). Similarmente, Vasconcelos et al. (2007) reportaron que en novillos en engorda que recibieron WDGS o DDGS en dietas a base de maíz hojueado a vapor, la ganancia diaria de peso fue mejor para los que recibieron DDGS, seguidos de los que recibieron WDGS. Sin embargo, el ganado que recibe dietas con WDG ganan peso mas eficientemente que el ganado que recibe dietas con DDGS (Ham et al., 1994). En dietas para crecimiento, los DDGS incrementaron la ganancia diaria de peso, eficiencia alimenticia, consumo diario de materia seca y peso corporal final comparado con dietas a base de maíz rolado (Buckner et al., 2007, Larson et al., 1993).

Resultados controversiales se han obtenido al alimentar granos de destilería a ganado lechero. En vacas Jersey alimentadas con DDGS, la producción de leche aumentó mientras que la proteína en leche disminuyó (Palmquist y Conrad, 1982). Sin embargo, la producción de leche disminuyó en vacas Holstein alimentadas con dietas que contenían DDGS (Palmquist y Conrad, 1982). En contraste, el rendimiento en producción de leche de vacas Holstein alimentadas con DDGS o con WDGS fue mayor comparado con las vacas testigo alimentadas con dietas basadas en maíz, aunque no existió diferencia entre las dos fuentes de granos de destilería (Anderson et al., 2006). Además, en el mismo experimento, el porcentaje de grasa en leche fue más alto para WDG que para DDGS y más bajo para la dieta control a base de maíz

Asimismo, los granos de destilería se pueden utilizar como suplemento energético o proteico de ganado en pastoreo. Los DDGS han incrementado la ganancia de peso diario y el peso final en ganado alimentado tanto con forraje de alta calidad (heno de alfalfa, 65% de NDT) como con forraje de baja calidad (heno de zacate bromo, 53% de NDT; Morris et al., 2006). Se han observado incrementos en ganancia de peso diario y peso final de ganado suplementado con diferentes niveles de DDGS (0, 0.26, 0.57, 0.77 y 1.00% del peso corporal) al pastorear el agostadero de lomas arenosas de Nebraska durante la temporada de crecimiento de forraje (Morris et al., 2006). En el noreste de Nuevo México se evaluó la suplementación de varios niveles de suplementación de DDGS (0, 0.2, 0.4, y 0.6% del peso corporal) a novillos pastoreando agostadero durante la época de crecimiento de forraje y se encontró que la ganancia diaria de peso incrementó linealmente, el consumo de forraje disminuyó y el consumo total de materia seca y materia orgánica no se afectó al incrementar el nivel de suplementación (Martínez-Pérez y Soto-Navarro, *en prensa*). En el mismo experimento se observó que el consumo de PC y grasa, así como la digestibilidad de materia orgánica, FDN y extracto etéreo se incrementaron linealmente al incrementar el nivel de suplementación. En ganado pastoreando forraje de baja calidad y suplementado con DDGS de 0 a 0.75% del peso corporal, se incrementó la ganancia de peso diaria 0.06 kg por cada incremento de 0.10% del peso corporal en la cantidad de DDGS suplementada (MacDonald et al., 2006). También, los DDGS se pueden utilizar como suplemento de becerros. En becerros del año de edad, la suplementación con DDGS incrementó la ganancia de peso diaria comparada con la suplementación con maíz del grupo testigo (Fuston et al., 2007). La suplementación de DDGS (0, 0.2, 0.4, y 0.6% del peso corporal) a ganado pastoreando praderas irrigadas de trigo demostró no afectar negativamente el consumo de forraje, digestibilidad o la fermentación ruminal. Por lo tanto se esperan mejoramientos en el comportamiento productivo de ganado pastoreando praderas de trigo al ser suplementados con DDGS (Islas y Soto-Navarro, 2011).

Contenido de Azufre en los Subproductos de la Producción de Etano

El azufre es un mineral que se necesita en la dieta como componente de los aminoácidos que contienen azufre como son cisteína y metionina, así también en las vitaminas del complejo B como son biotina y tiamina. Los sulfatos, compuestos formados con la oxigenación del elemento azufre, son componentes primordiales de mucopolisacáridos, los cuales lubrican los tejidos del cuerpo y también reaccionan con las toxinas para inactivar otras toxinas del cuerpo. Los microorganismos ruminales que son conocidos como bacterias reductoras de azufre, requieren de azufre para mantener el metabolismo celular normal, y a cambio sintetizan compuestos orgánicos que contienen azufre (ejemplo, aminoácidos) requeridos por los tejidos de los mamíferos (NRC, 2000). Por tanto, el azufre se suplementa en formas inorgánicas (sulfato de potasio y sulfato de amonio) o puede estar presente en algunos ingredientes como componente de proteína. Algunos subproductos de la producción de etanol, como WDGS y DDGS, son fuentes excelentes de azufre. Durante la producción de etanol, el ácido sulfúrico es utilizado para remover la deposición de grasa del equipo de producción. Por esto, cuando el siguiente lote de maíz es procesado, el ácido sulfúrico se mezcla con el grano. Al remover el etanol y el subproducto es secado, se concentra el azufre en el subproducto. Además, en el proceso de molienda húmeda se agrega ácido sulfúrico diluido, con lo que también se

incrementa la concentración de azufre en el subproducto. Sin embargo, niveles altos de azufre pueden afectar negativamente la fisiología de los rumiantes y crear toxicidad por azufre. En rumiantes, el azufre inorgánico es oxidado a sulfatos, y puede ser reducido a gas sulfuro en el rumen (sulfuro de hidrogeno) por medio de las bacterias reductoras de azufre. Este gas puede ser inhalado por los rumiantes después de ser eructado, causando dificultad al respirar que se puede convertir en edema hemorrágico pulmonar y conducir a la muerte (Green et al., 1991). De acuerdo a Bray (1969), el gas sulfuro producido en el rumen se puede difundir de la pared ruminal al torrente sanguíneo. El sulfuro puede unirse a hemoglobina y reducir la capacidad de acarrear oxígeno de la sangre. Se ha reportado que el sulfuro inhibe la anhidrasa carbónica, las peroxidasas y deshidrogenasas, las cuales son enzimas importantes en el metabolismo oxidativo y la producción de ATP (Short y Edwards, 1989). Además, niveles altos de sulfuro pueden causar polioencéfalomalacia, que es la necrosis de la región cerebrosital del cerebro (corteza cerebral; Limin et al., 1998). Los síntomas de la toxicidad por azufre pueden incluir temblores, pataleo en el estómago y gemidos (Limin et al., 1998). Por lo tanto, alimentar dietas que contienen ingredientes altos en azufre puede tener impactos negativos en la fisiología animal si las dietas no son balanceadas tomando en cuenta los requerimientos de azufre.

Literatura Citada

- Anderson, J. L., D. J. Schingoethe, K. F. Kalscheur, and A. R. Hippen. 2006. Evaluation of dried and wet distillers grains included at two concentrations in the diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:3133-3142.
- Bray, A. C. 1969. Sulphur metabolism in sheep. II. The absorption of inorganic sulphate across the rumen wall of sheep. *Aust. J. Agr. Res.* 20:749-756.
- Buckner, C. D., K. J. Vander Pol, T. J. Klopfenstein, K. K. Karges, G. E. Erickson, and M. L. Gibson. 2007. Comparing a modified dry by-product to dry distillers grains with soluble in growing calf diets. *Nebraska Beef Cattle Reports G425:* 15-16.
- Funston, R. N., R. K. Wilson, D. C. Adams, R. Davis, M. Stockton, and J. R. Teichert. 2007. *Nebraska Beef Cattle Report MP90:* 22-24.
- Green, F. H. Y., S. Schurch, G. T. De Sanctis, J. A. Wallace, S. Cheng, and M. Prior. 1991. Effects of hydrogen sulfide exposure on surface properties of lung surfactant. *American Physiological Society.* 1943-1949.
- Ham, G. A., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, E. M. Larson, D. H. Shain, and R. P. Huffman. 1994. Wet corn distillers byproducts compared with dried corn distillers grains with soluble as a source of protein and energy for ruminants. *J. Anim. Sci.* 72:3246-3257.
- Islas, A., and S. A. Soto-Navarro. 2011. Effect of supplementation of dried distillers grains with solubles on forage intake and characteristics of digestion of beef heifers grazing small-grain pasture. *J. Anim. Sci.* 89:1229-1237.
- Klopfenstein, T. J., G. E. Erickson, and V. R. Bremer. 2008. Board-invited review: Use of distillers byproducts in the beef cattle feeding industry. *J. Anim. Sci.* 86:1223-1231.
- Lalman, D. and C. Richards. 2009. Nutrient composition table. Oklahoma State University Feed Commodity Bulletin. Available:

- <http://www.ansi.okstate.edu/exten/feedbull/nutrient.htm> Accessed August 9, 2012.
- Lardy, G., D. Adams, T. J. Klopfenstein, D. Clark, and J. Lamb. 1997. Seasonal changes in protein degradabilities of Sandhills native range and subirrigated meadow diets and application of a metabolizable protein system. Nebraska Beef Cattle Report, MP67-A. Univ. Nebraska, Lincoln, NE.
- Larson, E. M., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, M. H. Sindt, and R. P. Huffman. 1993. Feeding value of wet distillers byproducts for finishing ruminants. *J. Anim. Sci.* 71:2228-2236.
- Limin, K. Jr., J. P. Bracht, A. O. Hession, and J. Y. Tavares. High sulfate induced polioencephalomalacia (PEM) in cattle- burping can be dangerous if you are a ruminant. In: Proc. Chr. Hansen's Techn. Symp., Pacific Northwest Nutr. Conf., Vancouver, BC, Canada. Oct 13-15, 1998.
- MacDonald, J. C., G. E. Erickson, and T. J. Klopfenstein. 2006. Effect of fat and undegradable intake protein in dried distillers grains on performance of cattle grazing smooth bromegrass pastures. Nebraska Beef Cattle Report MP 88-A: 27-29.
- Morris, S. E., J. C. MacDonald, D. C. Adams, T. J. Klopfenstein, R. L. Davis, and J. R. Teichert. 2006. Effects of supplementing dried distillers grains to steers grazing summer Sandhill range. Nebraska Beef Cattle Report MP 88-A: 30-32.
- Martínez-Pérez, M. F. and S. A. Soto-Navarro. Effect of corn dry distiller grains plus solubles supplementation level on performance and characteristics of digestion of steers grazing native range during forage growing season. Submitted.
- NRC. 2000. Nutrient Requirements for Beef Cattle. 7th Rev. Ed. Nat. Acad. Press, Washington, DC.
- Palmquist, D. L. and H. R. Conrad. 1982. Utilization of dried distillers grains plus soluble by dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 65:1729-1733.
- Renewable Fuels Association. 2012. Homegrown for the homeland: Ethanol industry outlook. Av: <http://www.ethanolrfa.org/objects/pdf/> Accessed August 12, 2012.
- Schingoethe, D. F. 2008. Chapter 3: Use of distillers coproducts in diets fed to dairy cattle. Using distillers grains in the U.S. and international livestock and poultry industries. Ed. B. A. Babcock, D. J. Hayes, and J. D. Lawrence. Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center: Ames, IA.
- Short, S. B., and W. C. Edwards. 1989. Sulfur (hydrogen sulfide) toxicosis in cattle. *Vet. Human. Toxicol.* 31:451-453.
- Vasconcelos, J.T., Shaw, L.M., Lemon, K.A., Cole, N.A., Galyean, M.L. 2007. Effects of graded levels of sorghum wet distiller's grains and degraded intake protein on performance and carcass characteristics of feedlot cattle fed steam-flaked corn based diets. *The Professional Animal Scientist.* 23(2007):467-475.

**HORMONAL TREATMENTS TO IMPROVE FERTILITY IN HIGH
LACTATING COWS DURING THE SUMMER AND AUTUMN- BASIC AND
APPLIED STUDIES**

Zvi Roth*

*Corresponding author. Department of Animal Science, Faculty of Agricultural, Food and Environmental Quality Sciences, The Hebrew University, P.O. Box 12, Rehovot 76100, Israel. Tel.: +972-8-948-9103; Fax: +972-8-9489-552
E-mail: roth@agri.huji.ac.il

Abstract

Evaporative cooling methods are the most common strategy used to alleviate the effect of heat stress; however, there is a compelling need to find additional ways to improve fertility during the summer and autumn. This review examines the immediate and delayed effects of heat stress on follicular function and describes some potential hormonal strategies for their alleviation. It focuses on how heat stress affects the follicle and its enclosed oocyte, suggesting that perturbations in the follicular microenvironment, to which the oocytes are exposed for long periods of development, reduce their developmental competence. Among the potential alterations are reduction in gonadotropin secretion, alteration in follicular growth, attenuation of dominance, and disruption of steroidogenesis. Potential impairments in the follicle-enclosed oocyte upon heat shock are also described. The current review will focus on hormonal treatment to enhance removal of the impaired follicles by stimulation of follicular growth. A brief treatment with FSH or synchronization of follicular waves with GnRH followed by PGF 2α is suggested. A better understanding of the underlying mechanisms by which heat stress impairs fertility may lead to the development of additional approaches to alleviate these effects.

Introduction

The most common strategy to alleviate the effect of heat stress in dairy farms is to provide shade and evaporative cooling systems, based on a combination of sprinkling and ventilation, to enable animals to maintain normothermia. This approach can reduce body temperature and increase milk production; however, its effect on summer fertility is limited (Hansen, 1997). Moreover, during the autumn, although the weather is cooler and the cows are no longer subjected to thermal stress, conception rates remain low (Hansen, 1997; Zeron et al., 2001). Thermal-stress-induced alterations in the ovarian pool of follicles and their enclosed oocytes have been suggested as a major cause for reduced dairy cow fertility through the summer and subsequent autumn (Roth, 2008). This review emphasizes the importance of the endocrine milieu and follicular microenvironment to which the ovarian pool of oocytes is exposed and describes potential impairments in the follicle-enclosed oocyte upon heat shock. It describes the

immediate and delayed effects of heat stress on follicular function and some potential hormonal treatment to alleviate them.

Effects of heat stress on follicular function

The stage of follicular development that is susceptible to thermal stress has not been precisely defined. Study in goats has indicated that follicles exposed to heat stress during recruitment regress and never develop to large sizes or ovulate (Ozawa et al., 2005). Roth et al. (2000) introduced evidence suggesting that early antral follicles of about 0.5 to 1.0 mm in diameter are sensitive to heat stress. In addition, growth of medium-sized follicles was attenuated in cows exposed to direct solar radiation in the previous estrous cycle (Roth et al., 2000). Heat stress impairs the growth of medium-sized follicles (6-9 mm), as indicated by the earlier emergence and delayed decrease of the second follicular wave (Roth et al., 2000). Heat stress reduces the size of the first- and second-wave dominant follicles (Badinga et al., 1993; Wilson et al., 1998a,b); attenuates dominance, as reflected by an increased number of large-sized follicles (Badinga et al., 1993, 1994; Wolfenson et al., 1995; Roth et al., 2000) and delayed regression of the subordinate follicles (Wilson et al., 1998b; Roth et al., 2000). Such alterations may lead to early emergence of the preovulatory follicle and increased duration of dominance (Wolfenson et al., 1995), both of which are negatively associated with conception rate (Mihm et al., 1994). Similar effects of maternal heat-stress on follicular growth and oocyte developmental competence have also documented in *Bos indicus* cattle (de Torres-Junior, 2008).

The endocrine background governing alterations in follicular dynamics and depression of dominance under heat stress includes alterations in systemic gonadotropin, inhibin and steroid concentrations, as well as in steroidogenesis (for review, see Wolfenson et al., 2000). Heat-induced increases in the number of medium-sized follicles (i.e. immediate effect) is associated with increased concentrations of follicle-stimulating hormone (FSH) and reduced concentrations of inhibin in the plasma (Wolfenson et al., 1995; Roth et al., 2000). Seasonal studies report that lower steroid concentrations in the follicular fluid obtained from large follicles during the hot season are associated with reduced viability of granulosa cells and impaired aromatase activity (Badinga et al., 1993; Wolfenson et al., 1995). Thus, heat-induced impairment of granulosa cell function, the main source of plasma estradiol and inhibin, can lead to increased FSH concentrations in the plasma (Roth et al., 2000).

Thecal cells incubated at high temperatures or collected from heat-stressed cows produce less androstenedione when stimulated by LH, but not by forskolin, implying a disruption in LH receptor function upon heat stress (Wolfenson et al., 1995; Roth et al., 2001b). Follicle pieces obtained from heat-stressed cows secrete lower levels of androstenedione and estradiol upon gonadotropin stimulation (Bridges et al. 2005). Moreover, the alterations of steroidogenic capacity induced by summer heat stress carry over to the final stage of follicle development, as evidenced by reduced androstenedione production by thecal cells and low estradiol concentrations in follicular

fluid collected from dominant follicles in the autumn (Wolfenson et al., 1997). Decreased estradiol and androstenedione production was recorded in granulosa and thecal cells obtained from follicles three to four weeks after acute heat stress (Roth et al., 2000). Similarly, estradiol content in the follicular fluid aspirated from cows was relatively low in late summer and increased throughout the autumn (Roth et al., 2004). Thus, the extent of the heat stress effects on follicular function is transient as reflected by the spontaneous improvement of fertility throughout autumn and early winter (Zeron et al., 2001).

Effect of heat stress on oocyte developmental competence

In-vivo and in-vitro studies support the view that bovine oocytes are susceptible to thermal stress at various stages of follicular development. Perturbation in the physiology of the follicle-enclosed oocyte during the lengthy period of follicular development could potentially lead to an oocyte with reduced competence for fertilization and subsequent development. Intensive cooling from one day before estrus to eight 8 days post-AI did not improve the conception rate of cows in the summer (Her et al., 1988). Similarly, using a fan-and-fogger cooling system 42 days before oocyte collection did not increase the proportion of oocytes that developed to the blastocyst stage (Al-Katanani et al., 2002). Thus, either the oocytes were already compromised prior to the period of heat-stress relief or the cooling was not efficient enough to decrease heat stress. A study performed from late summer to early winter indicated that a period of two to three estrous cycles is required for recovery from heat damage and appearance of competent oocytes (Roth et al., 2001a). Respectively, study from Brazil reported that the low fertility of repeat-breeder cows during summer is related to a low oocyte developmental competence (Ferreira et al., 2011). It appears that not only the individual ovulated oocyte, but also the ovarian pool of oocytes can be damaged during heat exposure. However, the exact follicular stage at which the enclosed oocyte is susceptible to thermal stress has not been defined.

Mammalian oocytes are arrested at the prophase stage of the first meiotic division and acquire their meiotic competence and fertilization potential in a stepwise manner during follicular development. Exposure of GV-stage bovine oocytes to 41°C did not impair GV breakdown but reduced the proportion of oocytes that progressed to metaphase II (MII) and was associated with further impairment of blastocyst development (Payton et al. 2004). Exposing animals to heat stress between the onset of estrus and insemination (i.e. the time of in vivo maturation) disrupts subsequent embryonic development, with an increased proportion of abnormal and retarded embryos (Putney et al., 1989; Ealy et al., 1993). Similarly, in-vitro exposure of COCs to elevated temperatures during the first 12 h of maturation decreases their cleavage rate (Roth et al., 2004; Roth and Hansen, 2005) and the proportion of oocytes that develop into blastocysts (Edwards and Hansen, 1997; Ju et al., 2005; Roth and Hansen, 2004 a,b; Edwards et al., 2009). Culturing oocytes at 41°C does not compromise their nuclear and cytoplasmic maturation but accelerates the process, thus a fertilization performed 5 h earlier is suggested to attenuate the deleterious effect on oocyte development (Edwards et al. 2005). Using a time-laps

system we have recently provided evidences that the adverse effect of summer thermal stress on oocyte developmental competence is associated with delayed cleavage of the two first embryonic deviations (Gendelman et al., 2010). The timing of first cleavage (early vs. delayed) is considered to have major long-lasting effects on subsequent embryonic developmental potential (Fenwick et al., 2002), which may explain the inferior developmental competence of oocytes collected during the summer.

The underlying mechanism by which heat stress disrupts oocyte developmental competence is not entirely clear; it may directly affect the oocyte (i.e. cytoplasm and nuclear maturation) or mediate negative effects through an impaired follicular environment (i.e., follicular fluid steroid content) or impaired function of surrounding cumulus cells. Gendelman and Roth (2011) have recently suggested that heat-stress-induced alterations in GV-stage oocytes are further expressed in the transcriptional levels of genes involved in oocyte maturation and early embryonic development. In the later study, bovine oocytes were collected during cold (December-April) and hot (May-November) seasons. Total RNA and poly(A) mRNA of oocytes and developing embryos were isolated and subjected to semi-quantitative and real-time PCR for C-MOS, GDF9 and POU5F1, genes. In GV-stage oocytes, the mRNA levels did not differ between the seasons. However, following maturation (MII-stage oocytes) and through the subsequent developmental stages (2-, 4-, and 8- cell stage embryos and blastocyst), the mRNA levels prominently differed between seasons. It appears that exposing the ovarian pool of oocytes to environmental stress impairs maternal mRNA storage and/or the mechanism of transcription renewal, which in turn affects embryo gene expression before and after embryonic genome activation. Such impairment might partially explain the carry-over effect of summer heat stress on dairy cow conception rates.

Heat shock impairs both nuclear and cytoplasmic maturation events, such as translocation of cortical granules to the oolemma (Payton et al., 2004), cytoskeleton rearrangement (Roth and Hansen, 2005), and spindle formation (Ju et al., 2005; Roth and Hansen, 2005). Similarly, heat-shock-induced perturbations of the spindle apparatus have been reported in mature porcine oocytes (Ju and Tseng, 2004) and in parthenogenetically activated bovine oocytes (Tseng et al., 2004). Such alterations may potentially lead to incomplete nuclear maturation (Payton et al., 2004; Roth and Hansen, 2005), fertilization failure, and/or abnormal zygote formation. Most heat-shocked oocytes fail to undergo maturation and fertilization and are arrested at stages MI through MII (Roth and Hansen 2005).

Heat-shock-induced apoptosis has been documented for bovine oocytes exposed to elevated temperatures during maturation. Heat stress increases the proportion of oocytes that express high caspase activity (specifically, group II caspases, i.e. caspases 2, 3 and 7) and nuclear fragmentation, as determined by terminal deoxynucleotidyl transferase (TdT)-mediated d-UTP nick end-labeling (TUNEL) (Roth and Hansen 2004a, b). Soto and Smith (2009) reported that heat shock during maturation (41°C, 22 h) increases the proportion of oocytes with TUNEL-positive chromatin and loss of mitochondrial membrane potential ($\Delta\psi_m$). Recently we provided evidences that heat-

shock-induced apoptosis in bovine oocytes involves membrane alterations such as phosphatidylserine externalization and ceramide activity (Kalo and Roth, 2010); both considered early apoptotic events, upstream of DNA fragmentation. The findings support the view that heat-shock-induced apoptosis via the sphingomyelin pathway (i.e. ceramide formation) is functionally related to reduced developmental competence of the oocyte.

The sphingomyelin pathway is a signal-transduction system initiated by the hydrolysis of sphingomyelin, a membrane phospholipid, to generate the second messenger ceramide (Peña et al. 1997). Whereas ceramide is associated with growth arrest and apoptosis, sphingosine 1-phosphate (S1P) is associated with proliferation and cell survival (Pyne and Pyne 2000). Roth and Hansen (2004b) provided evidence that the anti-apoptotic molecule S1P blocks the effect of heat shock on bovine oocytes. On the other hand, maturation of bovine oocytes with C2-ceramide increases the proportion of annexin-V-positive oocytes (i.e. indicating early apoptosis stages) and impairs oocyte developmental competence in a dose-dependent manner (Kalo and Roth, 2011). It was also shown that specific inhibitors of ceramide formation alleviated, to some extent, the effect of heat shock on oocyte developmental competence. Since the balance between the amounts of ceramide and S1P is an important determinant of cell fate, administration to reduce the amounts of intracellular ceramide upon heat stress might alleviate its effect on oocytes. This point warrants further investigation.

Strategies to improve ovarian function

Our previous findings indicate that heat stress affects the ovarian pool of small antral follicles, approximately 0.5-1.0 mm in diameter; therefore, enhanced removal of summer-impaired follicles might be a potential means of improving fertility in dairy cows. Based on this assumption, mechanical and hormonal strategies to enhance the removal of impaired follicles and the reappearance of healthy follicles and competent oocytes have been suggested (for review see Roth, 2008). Frequent follicular aspiration of small and medium-sized follicles (3 to 7 mm), in four consecutive estrous cycles during the fall and early winter, enhanced follicular removal from the ovary and led to earlier emergence of healthy follicles (Roth et al., 2001a). The aforementioned concept of removing impaired follicles also seems to be relevant to improving oocyte quality, since frequent follicle aspirations by an ovum pick-up procedure improved the morphology and developmental competence of oocytes aspirated in the fall following the hot summer. These findings led to the development of hormonal-treatment strategies to enhance the emergence of follicular waves.

FSH administration to remove damaged follicles

Short-term treatment with FSH (2 x 200 mg Folltropin-V at a 12-h interval) increased the number of follicles emerging within follicular waves and resulted in earlier ovarian recovery following summer thermal stress. This was also reflected by increased proportion of oocytes with grade-1 morphology and cleaved to the 2- and 4- cell-stage embryo in the autumn (Roth et al., 2002). It should be noted, however, that FSH

administration did not improve the proportion of embryos that developed to the blastocyst stage. The high doses of FSH generally used for super-ovulatory protocols limit this treatment's prospects in terms of wide use on commercial farms due to economic circumstances but also because of its potentially deleterious effect on oocyte developmental competence (Greve et al., 1995). On the other hand, administration with low doses of FSH (4.4 mg, Ovagen), precisely timed to synchronize with the emergence of follicular waves, efficiently induces follicular turnover with a modest effect on the steroidogenic capacity of the preovulatory follicle in the treated cycle but not in the subsequent cycle (Friedman et al., 2011). While not entirely clear, the beneficial effects of the up maintained FSH administrations could be related to enhanced removal of follicles that has been damaged in the previous summer and/or to direct or indirect effects on the follicular microenvironment.

Induction of follicular waves with GnRH followed by PGF2 α

An alternative approach based on synchronization protocols is suggested. Induction of several consecutive follicular waves by GnRH and PGF2 α resulted in the development of healthy preovulatory follicles in heat-stressed cows relative to normothermal cows (Guzeloglu et al., 2001). Similarly, induction of 6 successive 9-day follicular waves with GnRH and PGF2 α through the autumn has a beneficial effect on developing follicles since it increased follicular volume and estradiol concentration in preovulatory follicles aspirated from previously heat-stressed cows (Roth et al., 2004). As the above approach appears to improve ovarian function, its possible beneficial effect on fertility of dairy cows during the summer and the subsequent autumn was recently examined (Friedman et al., 2011). The experiment was conducted from July to December in 2 commercial herds in Israel and included 382 healthy Holstein cows. Cows (50 to 60 days in milk [DIM]) were hormonally treated to induce 3 consecutive 9-day follicular waves. Both control (n = 187) and treated (n = 195) cows were inseminated following estrus and pregnancy was determined by palpation 45 days postinsemination. Induction of follicular waves during the summer and fall significantly improved conception rate in primiparous cows by 16% and pregnancy rate at 120 DIM by 14%. Interestingly, interaction between treatment and high body condition score was reflected by a 14% increase in pregnancy rate at 90 DIM. The findings indicate that administration of hormonal treatment (i.e. GnRH followed by PGF2 α) to induce successive follicular waves improved fertility of primiparous cows and cows with high BCS at the initiation of treatment. Implementation of such hormonal treatment in combination with an efficient cooling system may improve reproductive performance of dairy cows during the summer and subsequent autumn. Although not examined at the hot season, double Ovsynch (Souza et al., 2008) and Doublesynch (Ozturk et al., 2010) protocols, which also based on GnRH + PGF2 α administration, had a beneficial effect on the fertility of primiparous- but not on multiparous cows. Thus, reproductive management that is based on hormonal treatment in subpopulations of cows may improve efficiency of treatment and reduce expenses.

Summary

Disruption of the follicle and its enclosed oocyte seems to be a pivotal factor in the complex mechanism via which heat stress impairs fertility. This includes alterations in the endocrine milieu and follicular microenvironment to which the ovarian pool of oocytes is exposed, leading to their decreased developmental competence.

Hyperthermia can directly disrupt follicular function, but a carry-over effect on the follicle and its enclosed oocyte is also evident. Evaporative cooling systems used to maintain normothermia in high-lactating cows are likely to remain obligatory in dairy management during the hot season. However, since they only partially restore normal fertility, there is a compelling need for additional approaches. Beneficial strategies might involve hormonal treatment to enhance the removal of impaired follicles. The current review focused on follicular-wave synchronization with the use of GnRH and PGF2 α , or stimulation of follicular growth with brief treatments of low FSH doses. More precise treatments designed to mitigate the deleterious effect of heat stress on the follicle and its enclosed oocyte should be further examined.

References

- Al-Katanani YM, Paula-Lopes FF, Hansen PJ, 2002: Effect of season and exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 85: 390-396.
- Badinga L, Thatcher WW, Diaz T, Drost M, Wolfenson D, 1993: Effect of environmental heat stress on follicular development and steroidogenesis in lactating Holstein cows. *Theriogenology* 39: 797-810.
- Badinga L, Thatcher WW, Wilcox CJ, Morris G, Entwistle K, Wolfenson D, 1994: Effect of season on follicular dynamics and plasma concentrations of oestradiol- 17 β , progesterone and luteinizing hormone in lactating Holstein cows. *Theriogenology* 42: 1263-1274.
- Bridges PJ, Brusie MA, Fortune JE, 2005: Elevated temperature (heat stress) in vitro reduces androstenedione and estradiol and increases progesterone secretion by follicular cells from bovine dominant follicles. *Domest. Anim. Endocrinol.* 29: 508- 522.
- de S Torres-Júnior JR, de F A Pires M, de Sá WF, de M Ferreira A, Viana JH, Camargo LS, Ramos AA, Folhadella IM, Polisseni J, de Freitas C, Clemente CA, de Sá Filho MF, Paula-Lopes FF, Baruselli PS, 2008: Effect of maternal heat-stress on follicular growth and oocyte competence in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology*, 69:155-66.
- Ealy AD, Drost M, Hansen PJ, 1993: Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. *J. Dairy Sci.* 76: 2899-2905.
- Edwards JL, Hansen PJ, 1997: Differential responses of bovine oocytes and preimplantation embryos to heat shock. *Mol. Reprod. Dev.* 46: 138-145.
- Edwards JL, Saxton AM, Lawrence JL, Payton RR, Dunlap JR, 2005: Exposure to a physiologically relevant elevated temperature hastens in vitro maturation in bovine oocytes. *J. Dairy Sci.* 88: 4326-4333.
- Edwards JL, Bogart AN, Rispoli LA, Saxton AM, Schrick FN, 2009: Developmental competence of bovine embryos from heat-stressed ova. *J. Dairy Sci.* 92:563-70.
- Fenwick J, Platteau P, Murdoch AP, Herbert M, 2002: Time from insemination to first cleavage predicts developmental competence of human preimplantation embryos in vitro. *Hum. Reprod.* 17: 407-412.
- Friedman E, Voet H, Reznikov D, Dagoni I and Roth Z, 2011: Induction of successive follicular waves by GnRH and PGF2 α to improve fertility of lactating cows during the summer and autumn. *J. Dairy Sci.*, 94: 2393–2402.
- Gendelman M, Aroyo A, Yavin and Roth Z, 2010: Seasonal effects on gene expression, cleavage timing, and developmental competence of bovine preimplantation embryos, *Reproduction*, 140:73-82.

- Gendelman M and Roth Z, 2011: Seasonal induced alteration in maternal transcription level and developmental competence of bovine oocytes. *Biol. Reprod.*, (in press). Greve T, Callesen H, Hyttel P, Hier R, Assey R. The effects of exogenous gonadotropins on oocyte and embryo quality in cattle. *Theriogenology* 1995;43:41- 50.
- Guzeloglu A, Ambrose JD, Kassa T, Diaz T, Thatcher MJ, Thatcher WW, 2001: Long-term follicular dynamics and biochemical characteristics of dominant follicles in dairy cows subjected to acute heat stress. *Anim. Reprod. Sci.* 66:15-34. Hansen PJ, 1997: Effects of environment of bovine reproduction. In: Youngquist RS (ed.), *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. Saunders WB, Philadelphia, pp. 403-415.
- Her E, Wolfenson D, Flamenbaum I, Folman Y, Kaim M, Berman A, 1988: Thermal productive, and reproductive responses of high yielding cows exposed to short term cooling in summer. *J. Dairy Sci.* 71: 1085-1092.
- Ju JC, 2005: Cellular responses of oocyte and embryos under thermal stress: hints to molecular signaling. *Anim. Reprod.* 2: 79-90.
- Ju JC, Jiang S, Tseng JK, Parks JE, Yang X, 2005: Heat shock reduces developmental competence and alters spindle configuration of bovine oocytes. *Theriogenology* 64: 1677-1689.
- Ju JC, Tseng JK, 2004: Nuclear and cytoskeletal alterations of in vitro matured porcine oocytes under hyperthermia. *Mol. Reprod. Dev.* 68: 125-133.
- Kalo D and Roth Z, 2011 Involvement of ceramide in heat-induced apoptosis in bovine oocytes. *Reprod. Fertil and Dev*, 23: 876-888.
- Mihm M, Baguisi A, Boland MP, Roche JF, 1994: Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers *J. Reprod. Fertil.* 102: 123-130.
- Ozawa M, Tabayashi D, Latief TA, Shimizu T, Oshima I, Kanai Y, 2005: Alterations in follicular dynamics and steroidogenic abilities induced by heat stress during follicular recruitment in goats. *Reproduction* 129: 621-630.
- Oztürk OA, Cirit U, Baran A and Ak K, 2010: Is Doublesynch protocol a new alternative for timed artificial insemination in anestrous dairy cows. *Theriogenology* 73:568-576.
- Payton RR, Romar R, Coy P, Saxton AM, Lawrence JL, Edwards JL, 2004: Susceptibility of bovine germinal vesicle-stage oocytes from antral follicles to direct effects of heat stress in vitro. *Biol. Reprod.* 71: 1303-1308.
- Peña LA, Fuks Z, and Kolesnick R, 1997: Stress-induced apoptosis and the sphingomyelin pathway. *Biochem. Pharmacol.* 53: 615-621.
- Putney DJ, Drost M, Thatcher WW, 1989: Influence of summer heat stress on pregnancy rates of lactating dairy cattle following embryo transfer or artificial insemination. *Theriogenology* 31: 765-778.
- Pyne S and Pyne NJ, 2000: Sphingosine 1-phosphate signaling in mammalian cells. *Biochem. J.* 349: 385-402.
- Roth Z, Arav A, Bor A, Zeron Y, Braw-Tal R, Wolfenson D, 2001a: Improvement of quality of oocytes collected in the autumn by enhanced removal of impaired follicles from previously heat-stressed cows. *Reproduction* 122: 737-744.
- Roth Z, Arav A, Bor A, Zeron Y, Braw-Tal R, Wolfenson D, 2002: Effect of treatment with FSH or bST on the quality of oocytes aspirated in the autumn from previously heat-stressed cows. *J. Dairy Sci.* 85: 1398-1405.
- Roth Z, Bor A, Braw-Tal R, Wolfenson D, 2004: Carry-over effect of summer thermal stress on characteristics of the pre-ovulatory follicle of lactating cows. *J. Therm. Biol.* 29: 681-685.
- Roth Z, Hansen PJ, 2004a: Involvement of apoptosis in heat-induced disruption of competence of bovine oocyte. *Biol. Reprod.* 71: 1898-1906.
- Roth Z, Hansen PJ, 2004b: Sphingosine-1-Phosphate protects cultured bovine oocytes from physiologically-relevant thermal stress. *Biol. Reprod.* 71: 2072-2078.
- Roth Z, Hansen PJ, 2005: Disruption of nuclear maturation and rearrangement of cytoskeletal elements in bovine oocytes exposed to heat shock during maturation. *Reproduction* 129: 235-244.
- Roth Z, 2008: Heat stress, the follicle and its enclosed oocyte: mechanism and potential strategies to improve fertility in heat-stressed cows. *Reprod. Dom. Anim.* 43 Suppl. 2:238-244.
- Roth Z, Meidan R, Braw-Tal R, Shaham-Albalancy A, Wolfenson D, 2001b: Delayed effect of heat stress on steroidogenesis in bovine medium-size and preovulatory follicles. *Reproduction* 121: 745-751.

- Roth Z, Meidan R, Braw-Tal R, Wolfenson D, 2000: Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. *J. Reprod. Fertil.* 120: 83-90.
- Soto P and Smith LC, 2009: BH4 peptide derived from Bcl-xL and Bax-inhibitor peptide suppresses apoptotic mitochondrial changes in heat stressed bovine oocytes. *Mol. Reprod. Dev.* 76, 637-646.
- Tseng JK, Chen CH, Chou PC, Yeh SP, Ju JC, 2004: Influences of follicular size on parthenogenetic activation and in vitro heat shock on the cytoskeleton in cattle oocytes. *Reprod. Domest. Anim.* 39: 146-153.
- Wilson SJ, Kirby CJ, Koenigsfeld AT, Keisler DH, Lucy MC, 1998a: Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 2. Heifers. *J. Dairy Sci.* 81: 2132-2138.
- Wilson SJ, Marion RS, Spain JN, Spiers DE, Keisler DH, Lucy MC, 1998b: Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 1. Lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81: 2124-2131.
- Wolfenson D, Lew BJ, Thatcher WW, Graber Y, Meidan R, 1997: Seasonal and acute heat stress effects on steroid production by dominant follicles in cows. *Anim. Reprod. Sci.* 47: 9-19.
- Wolfenson D, Roth Z, Meidan R, 2000: Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim. Reprod. Sci.* 61: 535-547 (Review).
- Wolfenson D, Thatcher WW, Badinga L, Savio JD, Meidan R, Lew BJ, Braw-Tal R, Berman A, 1995: Effect of heat stress on follicular development during the oestrous cycle in lactating dairy cattle. *Biol. Reprod.* 52: 1106-1113.
- Zeron Y, Ocheretny A, Kedar O, Borochoy A, Sklan D, Arav A, 2001: Seasonal changes in bovine fertility: relation to developmental competence of oocytes, membrane properties and fatty acid composition of follicles. *Reproduction* 121: 447-454.
- Souza AH, Ayres H, Ferreira RM, and Wiltbank MC 2008: A new presynchronization system (Double-Ovsynch) increases fertility at first postpartum timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology* 70:208-215.

GRAMINEAS INTRODUCIDAS



GRAMÍNEAS INTRODUCIDAS: IMPORTANCIA E IMPACTO EN ECOSISTEMAS GANADEROS DE MÉXICO

PASTO AFRICANO *Eragrostis lehmanniana* Nees.

Alicia Melgosa Castillo

Profesora Investigadora. Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Periférico Francisco R. Almada, km. 1, Chihuahua, Chih. Tel. 434-03-63.

Descripción Botánica

El pasto Africano *Eragrostis lehmanniana* Nees., es una planta perenne, amacollada de hasta 100 cm de altura. Los tallos son erectos con bases geniculadas, lo que les da una baja capacidad estolonífera, vainas más cortas, en comparación con los entrenudos y de lígulas pilosas. Las hojas pueden alcanzar hasta 10cm de largo y 0.3cm de ancho. La inflorescencia es una panícula abierta de hasta 18cm de largo y 10cm de ancho, con menos de 20 ramas y espiguillas con 6 a 12 flósculos. La primera gluma de aproximadamente de 0.10 a 0.15cm de largo, segunda gluma de 0.13 a 0.2cm de largo, lemas de 0.15 a 0.19 cm de largo y palea de 0.14 a 0.17cm de largo. Semilla pequeña de alrededor de 0.1 mm de largo y algo comprimida dorsalmente. El género *Eragrostis* Wolf, consiste de más de 350 especies y es el más grande dentro de la tribu Eragrostideae (Peterson *et al.*, 1997). Todas las especies de *Eragrostis* poseen la ruta fotosintética C₄, a excepción de *E. walteri* Pilg. (Ellis, 1984)

Origen Genético y Arribo

El pasto Africano fue introducido del sur de África a EUA en los 1930, específicamente en 1932 (Cox *et al.*, 1990; Anable *et al.*, 1992). En siembras en banda, pasto Africano fue reconocido por su habilidad de formar praderas cerradas desde 1942 y, a partir, de entonces su capacidad invasiva recibió mucha atención en USA, el pasto Africano es apetecido durante el final del invierno y en el verano otras especies nativas son consumidas preferentemente y, conforme la carga animal se incrementa, las especies nativas se reducen en densidad, contrariamente al pasto Africano (Martin, 1986). Actualmente, esta especie presenta diferentes rangos de invasión, dependiendo de las condiciones locales (McClaran y Anable, 1992; Geiger y McPherson, 2005). En México, este pasto fue introducido en los 1960 en jardines de observación del Rancho Experimental La Campana, en el estado de Chihuahua. El objetivo de esta introducción fue evaluarlo como especie forrajera, junto a otras especies exóticas. La semilla de pasto Africano se dispersó a las áreas aledañas y posteriormente mediante el ganado, vehículos y probablemente la fauna silvestre y el hombre han contribuido a su dispersión.

Citología y tipo reproductivo

El pasto Africano produce gran cantidad de semilla, un año después de su establecimiento puede alcanzar alrededor del 90% de su rendimiento total. Además, debido a que aprovecha mejor la humedad disponible, es capaz de establecer nuevos individuos. Por otra parte, los tallos geniculados comúnmente producen raíces en los nudos, lo que da lugar a nuevos individuos. Por lo que el pasto Africano presenta dos estrategias de reproducción efectivas: sexual y vegetativa. $2n=40, 60$ (Henrickson y Johnston, 1997). El pasto Africano posee individuos diploides y poliploides, se reproduce vía apomítica diplospórica (Brown y

Enmery, 1958; Streetman, 1963), los diploides presentan reproducción sexual y solo se encuentran en el centro de origen de especie (Quero *et al.*, 2010) y los poliploides son apomícticos.

Nichos ecológicos en México

De acuerdo con Cox y Ruyle (1986), el pasto Africano predomina en áreas con suelos arenosos, veranos con precipitaciones de alrededor de 200 mm de precipitación e inviernos que raramente están bajo 0° C (Cox y Ruyle, 1986). Estudios más detallados determinaron que este pasto se dispersa en lugares con lluvias de verano que exceden los 150 mm en un periodo de 30 a 40 días y suelos con texturas arenosas a franco arenosas (Cox *et al.*, 1988). En este último trabajo se señala que el pasto Africano se puede establecer pero no se dispersa en sitios que no sobrepasan los 100 mm de precipitación en verano y muere cuando ésta no rebasa los 85 mm.

En Chihuahua, el pasto Africano se ha dispersado en la franja de pastizales de valles centrales. Los suelos del área son de origen aluvial, aunque se presentan algunos *in situ* y coluvial. La profundidad va de 25 a 50 cm, color pardo rojizo oscuro y las texturas dominantes son: franco arenosa, franco arcillosa y arenosa arcillosa. El clima es BSok y BSiK con temperaturas media anual de 15 a 18. La precipitación es de 200 a 300 mm anuales con lluvias de verano, época seca de 9 meses y período libre de heladas de 180 a 220 días.

Con base en los reportes para Arizona, el pasto Africano presente en Chihuahua sigue los patrones de suelo y precipitación; sin embargo, se ha adaptado a temperaturas invernales por debajo de 0° C.

Estrategia de propagación y dominancia ecológica

El pasto Africano, como la mayoría de las gramíneas escasamente domesticadas, presenta latencia al momento de la dispersión de semilla. Estudios con germoplasma de diferentes áreas reportan máxima germinación a 150 semanas de edad (Wright y Dobrenz, 1973) y a 100 semanas (Royo, 1988). A partir de esta edad mantiene porcentajes de germinación arriba del 70%, pero se desconoce hasta que edad la semilla puede ser viable. Las semillas en suelo forman un banco de semillas abundante, con solo 1.1 plantas por m⁻¹, la cantidad de semillas que emergen como plántulas es de 845 m⁻¹ (Royo *et al.*, 2008).

Debido a su tipo reproductivo apomíctico, el pasto Africano no ha sido mejorado genéticamente y la variedad Lehmann A-68 (Alderson y Sharp, 1995), es un material seleccionado de colectas africanas. En México se adolece de colectas representativas de la diversidad natural de esta especie y, por supuesto, de individuos sexuales diploides que son la clave para poder hacer mejoramiento genético y selección de esta especie altamente resistente a la sequía y muy efectiva como invasora.

El pasto Africano presenta mayor tasa de asimilación neta en los primeros 15 días, 0.375 g dm⁻² d⁻¹ mientras que como planta adulta se reduce a 0.19 g dm⁻² d⁻¹ (Royo, 1988). También, en las primeras etapas invierte más recursos en la formación de raíces por lo que presenta una proporción raíz:parte aérea de 1.22, mientras que en la fase adulta baja a 0.46. En campo, las plantas adultas pueden ser fácilmente arrancadas, debido a la raíz superficial que presentan. Esto les da ventajas competitivas ya que utiliza mejor cualquier evento de lluvia que solo humedece la superficie del suelo.

En el trabajo desarrollado por (Royo, 1988), la temperatura óptima para la germinación del pasto Africano fue entre 27 y 32 °C, aun a 16 °C germina arriba del 50% y a 38 °C, se mantiene con 48%. Al evaluar el efecto de estrés de humedad a diferentes temperaturas, se encontró que a 21 °C el efecto de sequía reduce la germinación. La semilla expuesta a -7 atmósferas² y germinadas a 27 y 32 °C, presentaron valores superiores a 30%. Estos resultados muestran que la semilla de pasto Africano presenta amplio rango de temperaturas para germinar y que es tolerante a sequía. Otros estudios también señalan a esta especie como eficiente al uso de agua, por lo que se menciona como resistente a la sequía (Hamerlynck *et al.*, 2010) Bajo este escenario, esta especie es favorecida por cambio climático, especialmente incrementos en temperatura y reducción en la precipitación.

Durante el invierno, el pasto Africano se mantiene verde en el N de México y S de los Estados Unidos, por lo que aprovecha las lluvias ó humedades invernales (neblinas) de manera eficiente y reduce la oportunidad de rebrote y competencia de las especies nativas que se encuentran dormantes, llegando al verano con buen vigor para aprovechar las lluvias y temperaturas de crecimiento, soportando mejor la sequía en comparación con especies nativas (Fernández *et al.*, 2002).

Ventajas y Desventajas de su Utilización

Establecimiento y colonización

En Arizona, EUA, el pasto Africano en poco más de 30 años ha invadió 145 000 ha de zonas áridas y semiáridas (Cox y Ruyle, 1986). Reportes posteriores calculan que el área invadida por esta especie es de 7,184,300 ha, para el estado de Arizona (Schussman *et al.*, 2006).

Si bien en México, no se tiene cuantificado el número de hectáreas que actualmente invade el pasto Africano, este se distribuye a lo largo de los valles centrales dominados por pastizales (Melgoza *et al.*, 2008). Esta distribución se extiende a lo largo de la carretera federal 45 al sur, hacia Durango.

Si existe disponibilidad de humedad, el pasto Africano puede mantenerse verde. En Arizona ha mostrado dos épocas de crecimiento, debido a la precipitación bimodal, alcanzando sus picos más elevados de contenido de PC (116 g kg⁻¹) durante el mes de agosto (Cable y Shumway, 1966), durante febrero y marzo el pico es menor (64g kg⁻¹).

Calidad forrajera y persistencia bajo pastoreo

En la estación experimental de Santa Rita en Arizona, este pasto representa el 90% de la biomasa de gramíneas y produce cuatro veces más biomasa anual que los pastos nativos (Anable *et al.* 1992). McClaran y Anable (1992) no encontraron efecto en la intensidad de pastoreo sobre la densidad de pasto Africano, aun en áreas excluidas de pastoreo. En áreas de pastoreo y al aplicar fuego prescrito, se logra reducir la población de pasto Africano por 1 o 2 años y se observó una gran proliferación de gramíneas y dicotiledóneas (McDonald y McPherson, 2011). Sin embargo, si se llevan a cabo planes de control, es importante que vayan ligados a prácticas como resiembras, conservación de suelo y ajustes de cargas; dejar el suelo desnudo puede ser mas dañino que la invasión de exóticas. Debido a su proclividad a producir semilla, el pasto Africano reduce su calidad en el forraje tan pronto como la planta inicia la floración, durante el inicio del verano (Fourie y Roberts, 1977) y el rastreo de los tallos reproductivos protegen al pasto Africano del pastoreo de manera eficiente, lo que complica su aprovechamiento bajo pastoreo (Cox *et al.*, 1992), siendo este atributo uno de los factores que soportan su capacidad invasiva sobre los tipos vegetativos del pastizal.

La naturaleza “talluda” de pasto Africano afecta el comportamiento animal mediante el decremento de la tasa de bocado (Ruyle *et al.*, 1987), ocurriendo un aprovechamiento irregular de la pradera sin importar la presión de pastoreo. Únicamente 18% de los macollos de pasto Africano fueron cosechados más de una ocasión por el ganado y el 75% de los eventos de pastoreo ocurrieron en sitios previamente pastoreados dentro de una pradera en pastoreo continuo (Ruyle *et al.*, 1988), lo que es un indicador de que el ganado consume únicamente rebrotes tiernos y sin protección de material lignificado de los tallos reproductivos.

Producción de Semilla

Carrillo *et al.* (2009) cuantificaron 14, 720 semillas por gramo de pasto Africano. Desgraciadamente, no se ha cuantificado cuanta semilla produce cada planta para tener una idea de la producción por planta, metro cuadrado o hectárea. En términos generales se podría decir que es alta ya que esta especie aprovecha humedad primaveral y cualquier evento de lluvia de verano por el tipo de raíces que presenta. Así, inicia rebrote antes que los pastos perennes por lo que le da oportunidad de producir inflorescencias durante la primavera y verano. Bajo estrés hídrico severo el pasto Africano reduce la tasa fotosintética a niveles suficientes para incrementar la proporción de tallos reproductivos y permitir la maduración de la semilla (Cox *et al.*, 1992; Snyman *et al.*, 1997; Fernández y Reynolds, 2000). Por tanto, la capacidad de producción de semilla del pasto Africano supera a los pastos nativos bajo condiciones normales y de estrés.

La semilla de pasto Africano se mantiene dormante a la cosecha, por lo que normalmente se utiliza de un año a otro, después de ocho meses de almacenamiento; la dormancia se ha superado mediante escarificación, estratificación en húmedo y tratamiento de secado en estufa a 70°C por 24 h (Haferkamp y Jordan, 1977). Al parecer, al igual que otras especies africanas, esta especie posee doble dormancia (de brácteas accesorias y del embrión), por lo que su establecimiento final se alcanza después de varios ciclos a la siembra (Veenendaal *et al.*, 1991). El fuego de rápido avance incrementa la germinación de la semilla en el suelo en hasta 40% (Sumrall *et al.*, 1991)

Efectos de su Dominancia

Sobre la rentabilidad del rancho

Experiencia regional de los ganaderos con esta especie

Los ganaderos con ranchos en buen estado comúnmente tienen opiniones en contra de la invasión del pasto Africano. Esta opinión es debido a que han observado una menor producción o animales que no tienen una buena condición cuando pastorean stands casi puros de pasto Africano. Estas observaciones pueden deberse al bajo contenido de proteína cruda, menos del 8 % y, aunque tiene mayor producción, la alta proporción tallo:hoja comparada con pastos nativos (Royo *et al.*, 2008).

Por otra parte, en ranchos sometidos a sobrepastoreo y con baja cobertura vegetal, el pasto Africano representa una única fuente de forraje, además de cumplir con otras funciones como estabilizar suelo y contribuir al ciclo hídrico. Otra opinión a favor del pasto Africano es su resistencia a la sequía. El sistema radicular es más superficial lo que le da ventajas para aprovechar cualquier evento de lluvia por bajo se esta sea pero que humedece la superficie del suelo. Por otra parte, comparado con las especies nativas conserva más follaje verde en la parte basal durante la época de latencia de la vegetación. Por lo que, si bien no es un especie

con alto valor nutricional en el verano, este tejido verde en el invierno y primavera debe darle mayor valor como forraje.

A pesar de las ventajas anteriores, la variación climática de febrero del 2011 cuando las temperaturas estuvieron por debajo de 0 C tres días con sus noches, dio la oportunidad de ver otra desventaja de esta especie exótica. Con base en observaciones de campo, alrededor de un 80% de las plantas expuestas al frío y luego a la sequía del verano del se vieron afectadas negativamente. Por otro lado, si bien la vegetación nativa se ha afectado por estas alteraciones del clima, se ha observado una mejor recuperación por parte de ésta.

Con base en estas experiencias, en reuniones técnicas con ganaderos ahora perciben mejor cuando se habla de la conservación de la diversidad vegetal nativa y la sustentabilidad. Estos eventos como esta le dan mayor estabilidad al ecosistema y mantiene tanto sus productos como sus servicios. Ambos importantes en la sobrevivencia del hombre.

Necesidades para su Aprovechamiento Adecuado

Comentarios Finales

A pesar de que no existe una cuantificación del número de hectáreas que esta especie ocupa, la opinión de expertos indica que la superficie afectada es menor al 5% de pastizales en valles centrales de Chihuahua. Sin embargo, donde invade forma poblaciones casi puras que tiene repercusiones ecológicas y económicas. Ecológicamente altera la estructura y función de los ecosistemas ya que no son especies nativas del lugar. Económicamente, el valor del forraje es de menor calidad por su contenido nutricional y la baja proporción hoja:tallo; esto se refleja en menor producción ganadera. Aunado a esto, cuando forman stands puros, las variaciones del clima como las que se presentaron en el 2011 pueden eliminar toda la población y dejar el suelo susceptible a la erosión. Esto trae como consecuencia no solo un efecto en la ecología del área sino la pérdida del único recurso forrajero.

Por otra parte, la vegetación es un recurso renovable, por lo que a pesar de que se requieran grandes inversiones en tiempo y recursos, las plantas nativas se pueden recuperar cuando se eliminan o reducen las poblaciones de plantas exóticas. Pero, se debe evitar la introducción de especies ya reportadas con características invasoras en nuevas áreas. Un grave problema es que no van a la par las políticas de la SAGARPA y SEMARNAT. Mientras que una dependencia permite la resiembra de pastizales con especies exóticas, otra trata de conservar la biodiversidad natural.

Literatura Citada

- Alderson, J. S. and W. C. Sharp. 1995. Grass varieties in the United States. CRC Lewis Pub. Boca Raton, FL., USA. 296p.
- Anable, M. E., M. P. McClaran, and G. B. Ruyle. 1992. Spread of introduced Lehmann lovegrass *Eragrostis lehmanniana* Nees. in Southern Arizona, USA. Biol. Conserv. 61:181-188.
- Brown, W. V. and W. H. P. Emery. 1958. Apomixis in the Gramineae: Panicoideae. Am. J Bot. 45: 165-252.
- Cable, D. R. and R. P. Shumway. 1966. Crude protein in rumen contents and in forage. J of Rang. Manag. 19: 124-128.
- Carrillo, S. M., T. Arredondo, E. Huber-Sannwald y J. Flores. 2009. Comparación en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas entre gramíneas nativas y exóticas del pastizal semiárido. Tec. Pec. Mex. 47:299-312.

- Cox, J. R., M.H. Martin-R, F.A. Ibarra-F, J.H. Fourie, N.F.G. Rethman, and D.G. Wilcox. 1988. The influence of climate and soil on the distribution of four African grasses. *J. Range Manage.* 41:127-131.
- Cox, J. R. and G.B. Ruyle. 1986. Influence of climatic and edaphic factors on the distribution of *Eragrostis lehmanniana* Nees. in Arizona, USA. *J. Grassland Soc. Southern Afr.* 3:25-29.
- Cox, J.R, G.B. Ruyle, and B.A. Roundy. 1990. Lehmann lovegrass in southeastern Arizona: biomass production and disappearance. *J. Range Manage.* 43:367-372.
- Cox, J. R., M. Giner-Mendoza, A. K. Dobrenz, and M. F. Smith. 1992. Defoliation effects on resource allocation in Arizona cottontop (*Digitaria californica*) and Lehmann lovegrass (*Eragrostis lehmanniana*). *J. Grassl. Soc. South. Afr.* 9: 53-59.
- Ellis, R. P. 1984. *Eragrostis walteri* –A first record of non-Kranz leaf anatomy in the sub-family Chloridoideae (Poaceae). *S. Afr. J Bot.* 3: 380-386.
- Fernández, R. J. and J. F. Reynolds. 2000. Potential growth and drought tolerance of eight desert grasses: Lack of a trade-off? *Oecologia* 123: 90-98.
- Fernández, R. J., M. Wang, and J. F. Reynolds. 2002. Do morphological changes mediate plant responses to water stress? A steady-state experiment with two C₄ grasses. *New Phytol.* 155: 79-88.
- Fourie, J. H. and B. R. Roberts. 1977. Seasonal dry matter production and digestibility of *Themeda triandra* and *Eragrostis lehmanniana*. *Agroplanta* 9: 129-133.
- Geiger, E.L. and G.R. McPherson. 2005. Response of semi-desert grasslands invaded by non-native grasses to altered disturbance regimes. *J. Biogeo.* 32: 895-902.
- Haferkamp, M. R. and G. L. Jordan. 1977. The effect of selected pre-sowing seed treatments on germination of Lehmann lovegrass seeds. *J Range Manage.* 30: 151-153.
- Hamerlynck, E. P., R. L. Scott, M. S. Moran, T. O. Keefer, and T. E. Huxman. 2010. Growing season ecosystem and leaf-level gas exchange of an exotic and native semiarid bunchgrass. *Oecologia* 163:561-570.
- Henrickson, J. y M. C. Johnston. 1997. A flora of the Chihuahuan Desert region. Los Angeles, California. 1687 pp. (unpublished data).
- Martin, S. C. 1986. Eighty years of vegetation change on a semi-desert range in southern Arizona, USA and evaluation of causes. In: P. J. Joss *et al.* (eds.) *Rangelands a resource under siege*. Proc. Int. Range Congr., 2nd. Adelaide, S. Aust. Mayo de 1984. Cambridge Univ. Press, NY, USA. pp. 53.
- McClaran, M.P. and M.E. Anable. 1992. Spread of introduced Lehmann lovegrass along a grazing intensity gradient. *J. Appl. Ecol.* 29:92-98.
- McDonald, C.J. and G.R. McPherson. 2011. Absence of a Grass/Fire Cycle in a Semiarid Grassland: Response to Prescribed Fire and Grazing. *Rangeland Ecol. Manage.* 64:384-393.
- Melgoza, A., C. Morales, J.S. Sierra, M.H. Royo, G. Quintana y T. Lebgue. 2008. Manual práctico para la identificación de las principales plantas en los agostaderos de Chihuahua. Unión Ganadera Regional de Chihuahua (UGRCH). Fundación PRODUCE Chihuahua. Chihuahua, Chih.
- Peterson, P. M., R. D. Webster, and J. Valdes-Reyna. 1997. Genera of New World Eragrostideae (Poaceae: Chloridoideae) *Smithsonian Contrib. Bot.* 87:1-50. Smithsonian Inst. Press, Washington, DC, USA. 50p.
- Quero, C. A. R., J. F. Enríquez Q., C. R. Morales N., L. Miranda J. 2010. Apomixis y su importancia en la selección y mejoramiento de gramíneas forrajeras tropicales. Revisión. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 1: 25-42.
- Royo M., M.H. 1988. Contribución a la ecología del zacate Africano (*Eragrostis lehmanniana* Nees.). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. UANL. Monterrey, N.L. pp 87.
- Royo, M.H., J.S. Sierra, C.R. Morales, R.L. Carrillo, A. Melgoza y P. Jurado. 2008. Estudios ecológicos de pastizales. In: A. Chavez (comp.). *Rancho Experimental La Campana 50 años de investigación y transferencia de tecnología en pastizales y producción animal*. Libro Técnico No. 2. INIFAP. Chihuahua, Mex.
- Ruyle, G. B., O. Hasson, and R. W. Rice. 1987. The influence of residual stems on biting rates of cattle grazing *Eragrostis lehmanniana* Nees. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 19: 11-17.
- Ruyle, G. B., P. R. Ogden, and R. W. Rice. 1988. Defoliation patterns of cattle grazing Lehmann lovegrass. *Appl. Agric. Res.* 3: 177-181.
- Snyman, H. A., W. D. Venter, and W. L. J. van Rensburg. 1997. Transpiration and water-use efficiency in response to water stress in *Themeda triandra* and *Eragrostis lehmanniana*. *S. Afr. J Bot.* 63: 55-59.
- Streetman, L. J. 1963. Reproduction of the lovegrasses, the genus *Eragrostis*. I. *E. chloromelas* Steud., *E. Curvula* (Schrad.) Nees., *E. Lehmanniana* Nees, and *E. superba* Peyr. *Wrightia* 3: 41-51.
- Sumrall, L. B., B. A. Roundy, J. R. Cox, and V. K. Winkel. 1991. Influence of canopy removal by burning or clipping on emergence of *Eragrostis lehmanniana* seedlings. *Int. J Wildland Fire* 1: 35-40.

- Schussman, H., E. Geiger, T. Mau-Crimmins, and J. Ward. 2006. Spread and current potential distribution of an alien grass, *Eragrostis lehmanniana* Nees, in the southwestern USA: comparing historical data and ecological niche models. 12:582-592.
- Veenendaal, E. M., W. H. O. Ernst, and G. S. Modise. 1991. Effect of seasonal rainfall pattern on seedling emergence and establishment of grasses in a savanna in southeastern Botswana. J Arid Environ. 32: 306-317.
- Wright, L.M. and A.K. Dobrenz. 1973. Efficiency of water use and associated characteristics of lehmann lovegrass. J. Range Manange. 26:210-212.

GRAMÍNEAS INTRODUCIDAS: IMPORTANCIA E IMPACTO EN ECOSISTEMAS GANADEROS DE MÉXICO

Estrella de África (*Cynodon plectostachyus* Vanderyst)

Javier Fco. Enríquez Quiroz, Enrique Cab Jiménez

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Sitio Experimental “La Posta”, Paso del Toro, Veracruz

1. *Cynodon aethiopicus* Clayton & J. R. Harlan
2. *Cynodon nlemfuënsis* Vanderyst
3. *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.

Sinónimos: *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.; *Cynodon dactylon* var. *sarmentosus* Parodi; *Cynodon parodii* Caro & E. A. Sánchez; *Leptochloa plectostachyus* K. Schum. (Cook, *et al.*, 2005)

Estrella de África, Estrella Africana, Pasto Estrella y Estrella Santo Domingo.

Una sección del género es conocido como Pasto Estrella e incluye diversas especies de *Cynodon*: *Cynodon aethiopicus* Clayton & Harlan, *C. nlemfluensis* Vanderyst var. *Nlemfluensis* y var. *Robustus* Clayton & Harlan y *C. plectostachyus* (K. Schum.) Pilger (Harlan, 1970). Se diferencian de Bermuda debido a que no presentan rizomas (Taliaferro *et al.*, 2004). A continuación se presentan diferencias entre estas dos especies, con las cuales frecuentemente existe confusión:

Introducción

C. plectostachyus es robusta, fácilmente identificable debido a la presencia de glumas en la espiguilla; las cuales, son muy cortas o inexistentes, además de ser plantas diploides ($2n=2x=18$). Esta especie se mantiene aislada de otras y no se han reportado casos de éxito en intentos de hibridación. Se distribuye naturalmente en la región del “Rift Valley”, desde Etiopía hasta Tanzania. Esta especie es vigorosa y palatable, pero de lenta recuperación, además de poseer baja persistencia, posee alto contenido de ácido prúsico.

C. nlemfluensis. Especie más promisoría de los “Estrella de África” robustos. Sus dos variedades son muy distintas morfológicamente y bien definidas genéticamente; sin embargo, individuos intermediarios han sido producidos fácilmente y se cruzan con ambas variedades botánicas de *C. nlemfluensis*. La variedad *Robustus* es fácilmente identificable por sus racimos muy largos, flexibles, ordenados en un eje concéntrico. La longitud de la gluma frecuentemente excede 75% de la longitud de la espiguilla. Las plantas son grandes y robustas, con follaje suave y liso, nunca tan piloso como *C. plectostachyus*. La variedad *Nlemfluensis* tiende a ser fina, menos robusta y frecuentemente glauca, con racimos cortos, arreglados en un eje concéntrico único y la inflorescencia similar a la de *C. dactylon* de gran tamaño. Soporta mejor la sequía y altas temperaturas, en comparación a *Robustus*. Los nombres comunes de Estrella de África, Estrella Mejorado y Estrella Sto. Domingo han sido utilizados indiscriminadamente en la literatura, provocando amplias confusiones. Mucha de la

información publicada para *C. plectostachyus* se debe referir a *C. aethiopicus* ú ocasionalmente a *C. nlemfluensis* (Rotar y Kretschmer, 1985). En México, al parecer, la especie que domina es *C. plectostachyus* (Meléndez *et al.* 2006).

Descripción morfológica

Gramínea perenne, originaria de la región oriental de Rhodesia, en África. Tiene crecimiento rastrero, con estolones largos y fuertes que pueden alcanzar más de 3 metros de longitud y desarrollar raíces en los nudos, formando una cubierta densa; se lignifica marcadamente durante la época de estiaje e incluso llega a entrar en latencia por sequía; sin embargo, al iniciar el temporal reinicia su crecimiento rápidamente. Es una especie no rizomatosa, característica que permite diferenciarlo de los ecotipos y variedades de *C. dactylon*. Posee hojas pubescentes en forma de lanza y tallos rastreros o erectos, robustos y bien ramificados y un sistema radical profuso y profundo. La inflorescencia presenta varios verticilos originados en un punto común (digitadas) y las espiguillas se encuentran a un solo lado del raquis. Se establece mediante material vegetativo, ya que no produce semilla fértil. Esta gramínea es de gran importancia para la ganadería nacional, por la amplitud de terreno que ha colonizado, sus características de rusticidad, resistencia al pastoreo con bajo nivel tecnológico y baja utilización de insumos, condiciones frecuentes en la ganadería mexicana. Existen varios ecotipos: Surinam, Jamaicano y Santo Domingo, que muestran diferencias principalmente en color y pilosidad. Es muy susceptible al ataque de plagas, principalmente falso medidor y por el “salivazo” o mosca pinta de los pastos (Bogdan, 1977; Enriquez *et al.*, 2011; Meléndez *et al.*, 2011).

Taxonomía

El pasto Estrella, pertenece a la familia Poaceae, subfamilia Chlorideae, tribu Cynodonteae e incluye plantas de crecimiento postrado que producen estolones pero no rizomas.

Origen genético y arribo

Citología y tipo reproductivo: Algunas formas de *C. aethiopicus* han sido reportadas de reproducción apomítica apospórica y con pseudogamia (Bogdan, 1977); sin embargo, se requieren estudios para elucidar las probables rutas de hibridación en esta especie. También han sido reportados bajos niveles de fertilidad en diploides carentes de autoincompatibilidad gametofítica (Taliaferro *et al.*, 2004) Su número cromosómico es $n = x = 9$; $2n = 2x = 18$ y $2n = 4x = 36$, la mayoría de las plantas son tetraploides ($2n = 4x = 36$). Su arribo a México se cree que ocurrió durante el siglo pasado en la década de los sesentas, en toda la región del sureste, encontrando su nicho ecológico en el estado de Tabasco, Sur de Veracruz y la Huasteca, en donde a partir de los años setentas se diseminó por todas estas regiones. En el año 2000 se indica que el pasto Estrella fue la especie introducida que más superficie ocupa en el estado de Tabasco (Meléndez *et al.*, 2006).

Adaptación

Este pasto es resistente a la sequía y ampliamente adaptado al trópico seco y húmedo, con precipitaciones mayores a los 1000 mm anuales, aunque también puede desarrollarse en lugares con precipitaciones de 800 mm y suelos profundos, desde el nivel del mar hasta 2000 msnm. Crece bien en amplia gama de suelos, aunque su mayor producción se obtiene en suelos fértiles, de aluvión o de vega de río y con buenas características físicas. También puede desarrollarse en suelos arcillosos con drenaje deficiente, en donde puede sobrevivir con láminas de agua de 10 a 15cm hasta por 100 días. Los suelos ácidos con pH menor de cinco y

baja fertilidad no son apropiados, bajo estas condiciones su producción y persistencia es baja. (Enríquez, *et al.* 2011; Meléndez *et al.* 2006).

Nichos ecológicos en México

En México el pasto Estrella se encuentra establecido en varios estados de la república, bajo riego o temporal: Baja California Norte, Campeche, Chiapas, Colima, Distrito Federal, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán (Beetle, 1987), pero se reporta en Sinaloa y Nuevo León, esta especie es considerada como naturalizada en Tabasco, Veracruz y Chiapas (Meléndez, 2011).

Ventajas de su utilización

El pasto Estrella es un pasto con múltiples atributos, entre ellos fácil propagación, agresividad con otras plantas, capacidad invasora, tolerante a suelos con mal drenaje, de valor nutritivo medio, alta producción de forraje, buena respuesta a la fertilización, alta capacidad de persistencia bajo condiciones de pastoreo de baja profesionalización, entre otras.

Desventajas

Una desventaja que ha venido agudizándose en los últimos años es su susceptibilidad a plagas, particularmente mosca pinta o salivazo y gusano falso medidor, los cuales causan daños a la planta, que en la mayoría de los casos son pasajeros, pero que indudablemente disminuyen la capacidad productiva de esta especie por 1 a 3 meses, que depende del grado de daño que hayan tenido la plaga. Debido a que no se recomienda la utilización de insecticidas en amplias superficies, debido a su baja rentabilidad, se recomienda pastoreos intensos dirigidos, con el fin de establecer “guardarallas” para la plaga y/o planear su control en épocas de infestación en cultivos básicos, generalmente portadores de éstas. El pasto Estrella es altamente persistente bajo un pastoreo moderado, si se da un manejo fuerte (sobrepastoreo), puede ser invadido por maleza particularmente de gramíneas como *Paspalum conjugatum*, que cubren densamente el suelo y no permiten o no dan espacio para que los estolones del Estrella se anclen al suelo, por lo que un manejo adecuado asegura su persistencia por muchos años (Meléndez, 2011).

Establecimiento y colonización

El pasto Estrella no produce semilla fértil, su propagación es por vía vegetativa, para lo cual, se utilizan los estolones como medio de multiplicación para establecerla y, maduros, éstos poseen alto porcentaje de establecimiento. La cantidad de semilla necesaria para su establecimiento es variable y depende del sistema de siembra. Cuando se establece a principios de la época de lluvias, la pradera se establece rápidamente y podría utilizarse a tres meses posteriores a la siembra. Su dominancia del terreno la ejerce por su capacidad de crecimiento y desplazamiento en longitud de los estolones, los cuales van enraizando los nudos sobre el terreno descubierto.

Producción de forraje

Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) a diferentes edades de rebrote, en la época de secas y lluvias en diferentes localidades del trópico de México (Cuadro 1). Se reporta gran variabilidad en producción de forraje, situación determinada por las condiciones de suelo y clima, en este aspecto en Paso del Toro, Veracruz, tuvo los mayores valores de producción en dos épocas del año y a edades de rebrote en que fue evaluada en comparación con el resto de localidades evaluadas,

Cuadro 1. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*) a diferentes edades de rebrote, en la época seca y lluvias en diferentes localidades del trópico de México.

Localidad	Época seca				Época de lluvias			
	Edad de rebrote en semanas				Edad de rebrote en semanas			
	3	6	9	12	3	6	9	12
Balancán, Tab.	410	439	620	1,100	247	912	733	1,914
Mtz. de la Torre, Ver.	521	1,824	1,371	930	538	1,850	966	3,375
Paso del Toro, Ver.	1,400	1,500	1,100	1,600	800	1,800	9,600	5,200
Pijijiapan, Chis.	180	394	385	-	1,173	1,575	2,231	3,042
Tizimín, Yuc.	1,037	677	467	347	975	1,461	2,376	3,514
Tonalá, Chis.	454	330	419	379	1,215	1,825	1,280	404
Promedio	667	861	727	871	825	1,571	2,864	2,908

(Enriquez *et al.*, 2011).

Variaciones en la producción de forraje en diversos ambiente agroecológicos en el estado de Tabasco, muestran que la producción de forraje está estrechamente influenciada por la fertilidad del suelo; al respecto, los suelos en los que ocurre el mejor desempeño de esta especie son los fluvisoles, mientras que los oxisoles no son los más apropiados para el desarrollo del pasto Estrella ya que son suelos ácidos de baja fertilidad, con respecto al clima, los mejores resultados se dan en clima Af, una condición con poca o ninguna limitante de humedad durante el año (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto privilegio o guinea (*Cynodon plectostachyus*) a diferentes edades de rebrote, en la época seca y lluvias en diferentes localidades del estado de Tabasco.

Localidad	Tipo de suelo	Clima	Producción de MS/t/ha/año
Huimanguillo	Oxisoles	Am	4.21
Macuspana	Alfisoles	Am	15.2
Tacotalpa	Acrisoles	Af	16.6
Cárdenas	Vertisoles	Am	17.0
Jalapa	Fluvisoles	Am	19.2
Tacotalpa	Fluvisoles	Af	21.3
Teapa	Fluvisoles	AF	25.9

Meléndez *et al.* (2006).

Calidad forrajera

La calidad forrajera del pasto Estrella puede considerarse como moderada, dados los valores de proteína y digestibilidad que presenta esta especie en las diferentes épocas del año y a diferentes frecuencias de corte, indudablemente que a edades tempranas de crecimiento la especie tiene valores más altos de estos componentes del valor nutritivo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Contenido de proteína cruda y digestibilidad de la materia seca del pasto Estrella de África, en diferentes épocas y edad de rebrote.

Edad de rebrote (días)	Seca	Lluvias	Seca	Lluvias
	PC		DIVMS	
20	12.4	12.5	49	50
40	11.1	8.3	49	40
60	8.8	7.3	43	36

Meléndez, 2011.

Demanda de nutrientes

El pasto Estrella requiere de nutrimentos en base a la cantidad de forraje que produce. Pasto Estrella con una producción de 28 t/ha/año, extrae altas cantidades de N y P y cantidades inferiores de K, Ca y Mg. Con relación a la aplicación de fertilizante que requiere esta especie, ésta dependerá de la fertilidad del suelo; de esta forma, se ha obtenido una respuesta lineal a las aplicaciones de N hasta los 600 kg/ha/año, en suelos que presentan deficiencias de nutrimentos, esta respuesta es más común en N, dada la mayor tasa de extracción de este nutrimento y a la deficiencia que ocurre en los suelos tropicales (Meléndez 2006).

Cuadro 4. Rendimiento de forraje (MS) y tasas de extracción de nutrimentos en diferentes pastos tropicales cosechados bajo corte.

Especie	MS (t/ha/año)	N	P	K	Ca	Mg
<i>C. nlenfuensis</i> *	28.3	388	65	469	151	54

*Pasto fertilizado con 450, 73 y 450 kg de N, P y K/ha, respectivamente. Fuente: Chandler *et al.* (1983).

Efectos de su dominancia

Sobre la vegetación nativa, es una planta de hábito de crecimiento estolonífero, con alta agresividad hacia las plantas aledañas, o sea que es fuertemente invasora, desplazándose rápidamente varios metros de su punto de siembra, además de su alta rusticidad y tolerancia al pisoteo de los animales; en terrenos de cultivo se desplaza fácilmente al no tener competidores o una baja densidad de otras plantas lo que le permite ejercer su dominio.

Experiencia regional de los ganaderos con esta especie.

La experiencia de los ganaderos con esta especie es amplia ya que es una de las especies más populares y aceptada, es por ello que muchos productores la utilizan por sus atributos y capacidad para producir forraje de buena calidad que se transforma en carne y leche.

Comentarios finales

Pasto Estrella es una de las especies introducidas que ha tenido una amplia cobertura y aceptación por los ganaderos; esto, dado sus atributos como planta forrajera y su adaptación al suelo y clima del sureste mexicano, que permitieron su diseminación en toda esta región, además de su tolerancia al pastoreo fuerte que se ejerce en la región tropical. Aunque en los últimos años ha habido una amplia dispersión de especies con mejores características de adaptación a condiciones adversas de suelo y clima, como especies y cultivares de los géneros *Brachiaria* y *Panicum*, entre otras, que se reproducen por semilla, y en donde los terrenos han perdido parte de su fertilidad natural, por lo que estas últimas han sido una opción de utilización.

Literatura Citada

- Beetle A.A. 1987. Las Gramíneas en México (Tomo II). Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal. Dirección General de Normatividad Pecuaria. CTECOCA. 344 p.
- Bogdan, A. V. 1977. Tropical Pasture and Fodder Plants. Tropical Agriculture Series. Logman. London and New York. 475 P.
- Chandler, J. V., R. Caro-Costas, F. Abruña y S. Silva. 1983. Producción y utilización intensiva de las forrajeras en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. Recinto de Mayaguez. Colegio de Ciencias Agrícolas. Estación Experimental Agrícola. Río Piedras, Puerto Rico. 229 p.
- Cook, B. G., B. C. Pengelly, J. L. Brown, D. A. Donnelly, M. A. Eagles, J. Franco, B. F. Hanson, I. J. Mullen, M. P. Partridge and R. Schultze-Kraft. 2005. Tropical forages: An interactive selection tool. [CD-ROM]. CSIRO. DPI&F (Qld). CIAT. ILRI. Brisbane, Australia.
- Enríquez Q, J. F., F. Meléndez N., E. D. Bolaños A. y V. A. Esqueda E. 2011. Producción Y Manejo De Forrajes Tropicales. INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta. Libro Técnico Núm. 28. Veracruz, México. 404 p.
- Harlan, J.R. 1970. *Cynodon* species and their value for grazing and hay. Herb. Abstr. 40 (3): 233-237.
- Meléndez, N. F., J. A. González M. y J. Pérez P. 2006. Manejo tecnológico del pasto Estrella Africana en el trópico. Gobierno del Estado de Tabasco. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, Tab., México. 79 p.
- Meléndez N. F. 2011. Principales forrajes para el trópico. México. 516 p.
- Rotar, P. P. and A. E. Kretschmer Jr. 1985. Tropical and subtropical forages. In: M. E. Heath, R. F. Barnes, and D. S. Metcalf (eds.) Forages: The science of grassland agriculture. 4th Edition Iowa State University Press. Ames, Iowa. 643 p.
- Taliafferro, C. M., F. M. Rouquette, Jr., and P. Mislevy. 2004. Bermudagrass and Stargrass. In: (L. E. Moser *et al.*, eds.) Warm-Season (C₄) Grasses. ASA-CSSA-SSA. Agronomy Series No. 45. pp. 417-475.

Privilegio o Guinea [*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs] antes: *Panicum maximum* Jacq.

Sinónimos: *Urochloa maxima* (Jacq.) R. D. Webster; *Panicum hirsutissimum* Steud.; *Panicum maximum* Jacq. var. *hirsutissimum* (Steud.) Oliv.; *Megathyrsus maximus* var. *coloratus* (C. T. White) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs; *Panicum maximum* var. *coloratum* C. T. White; *Megathyrsus maximus* var. *pubiglumis* (K. Schum.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs; *Panicum maximum* Jacq. var. *pubiglume* K. Schum.; *Panicum maximum* Jacq. var. *trichoglume* Robyns; *Urochloa maxima* var. *trichoglumis* (Robyns) R. D. Webster.

Introducción

Las gramíneas tropicales introducidas de África tienen un papel importante en el desarrollo de la ganadería de las regiones tropicales de México, ya que han cubierto una extensa superficie, tanto de manera dirigida por el hombre como en forma natural. Algunas de ellas por su capacidad de adaptación a diferentes ambientes y plasticidad genética, se dispersan en forma natural y desplazan a las especies nativas o bien, son consideradas como maleza cuando interfieren con el desarrollo de cultivos. Como fuente de forraje para la alimentación del ganado en pastoreo son de vital importancia por la cantidad de biomasa que producen y su valor nutritivo, lo que sin duda contribuye a la transformación de la materia seca vegetal en producto animal de alta demanda: proteína como leche y carne. A continuación, se presenta una reseña de una de las especies más importantes para la ganadería tropical y con potencial de invasión, desplazamiento o sustitución de la vegetación nativa y considerada como maleza actual o potencial.

Nombre comunes usados en español

Colonial, Guineo, Hoja Fina, Pasto Guineo, Privilegio, Rabo de Mula, Zacatón, Panizo de Guinea, y últimamente, Tanzania y Mombaza, cultivares que han sido utilizados para nombrar a la especie, entre otros.

Taxonomía

El Pasto Guinea, pertenece a la familia Poaceae, subfamilia Panicoideae, tribu Paniceae. El género *Panicum* contiene alrededor de 450 especies que crecen en una gran cantidad de ambientes, tanto en los trópicos como en regiones templadas (Aliscioni *et al.*, 2003). Pasto Guinea es apomíctico tipo apospórico (Quero *et al.*, 2010) y forma un complejo agámico con dos especies botánicas, *P. infestum* Anders y el Pasto Burro *P. trichocladum* K. Schum. Estas especies tienen el mismo número cromosómico, se entrecruzan libremente, morfológicamente son de tipo intermedio y pueden ser encontradas en poblaciones naturales del Este de África (Muir y Jank 2004).

Descripción botánica

Pasto Guinea se encuentra ampliamente naturalizado en México, en donde alcanza alturas de más de 2 metros. Sus hojas tienen forma de lanza de 15 a 100 centímetros de longitud por 3.5 centímetros de ancho; sus tallos son erectos, glabros o con alta pilosidad y tienen de tres a 15 nudos. Su inflorescencia es una panícula de 15 a 60 centímetros de longitud por 25 centímetros de ancho, de semilla fértil, de forma elíptica, de aproximadamente 2mm de longitud. Se considera como un pasto de alto valor nutritivo, y presenta alta relación hoja/tallo, lo cual es una característica deseable. Una de sus principales desventajas es su lenta recuperación después del corte o pastoreo. Es un excelente pasto forrajero, dado que no reduce su calidad y digestibilidad significativamente durante las épocas críticas; además de

ser tolerante al sombreo y quema. Se debe manejar con presiones de pastoreo adecuadas, ya que al ser de mayor calidad y apetencia, el ganado lo prefiere sobre otras especies (Bogdan, 1977; Enriquez *et al.*, 2011).

Origen genético y arribo

Es nativo de África tropical y subtropical y fue introducido al continente americano en el siglo XVII por los naveros y comerciantes de esclavos africanos, quienes lo utilizaban como cama en los barcos que los transportaban (Calvino, 1952; Parsons, 1972). Citología y tipo reproductivo: El Pasto Guinea es de reproducción apomictica, resultado de la aposporia y seguido de la partenogénesis por pseudogamia. Su número cromosómico base es $n = x = 8$ y la mayoría de las plantas son tetraploides ($4n = 4x = 32$). La forma sexual encontrada en África es diploide ($2n = 2x = 16$), la cual ha sido doblado con colchicina para obtener individuos tetraploides y utilizarlos en programas de mejoramiento (Muir y Jank 2004; Quero *et al.*, 2010).

Nichos ecológicos en México

En México, el Pasto Guinea tiene amplio rango de adaptación tanto de suelo como de clima, se encuentra prácticamente en toda la región tropical, dada su versatilidad y plasticidad que le permiten adaptarse y crecer en gran diversidad de ambientes. Se ha establecido en: Campeche, Chiapas, Chihuahua (bajos de barrancas), Coahuila, Colima, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luís Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas (región de los Cañones; Beetle *et al.* 1999). Aunque en México su desempeño es satisfactorio como forraje para la alimentación de rumiantes, su nivel de dispersión no es tan alarmante ya que no se reporta como maleza de importancia; sin embargo, en algunos países de Latinoamérica como Brasil y Ecuador, esta especie es considerada maleza (Alves y Elifalet 1986; Ordeñana 1986).

La principal estrategia de propagación y dominancia de esta especie está relacionada con su alta producción, capacidad de germinación, viabilidad y vigor de semilla; su peso y tamaño, favorecen su dispersión por el viento. Respecto a la semilla por cada kg se tienen de 3 a 4 millones de semillas (Enriquez y Quero 2006), cantidad que facilita su dispersión, logrando con ello invadir vastas áreas de la región tropical y subtropical de México, es por ello que se encuentra en la mayoría de áreas en sucesión secundaria, taludes de carreteras, taludes de obra civil, dunas costeras, lotes baldíos y claro está, en praderas bajo pastoreo. También, por su hábito de crecimiento erecto, ejerce dominancia, por su eficiente arquitectura para la intercepción lumínica, sobre especies de crecimiento rastrero o en zonas de cultivo, en donde se establece y domina fácilmente éstas áreas, como arvense.

Adaptación al ambiente

El Pasto Guinea se desarrolla en climas cálidos, libres de heladas, con precipitaciones superiores a los 1000 mm, aunque existen algunas variedades de porte bajo que pueden crecer en ambientes en donde la precipitación es de 800mm o menores. Su tolerancia a sequía es variable y depende de la variedad; sin embargo, en general no soportan periodos de sequía de más de cinco meses. Este pasto se encuentra en altitudes desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm, claro está que su mejor desempeño lo alcanza en altitudes bajas o sobre el nivel del mar. Con respecto a requerimientos de suelo, el pasto Guinea y muchas de los cultivares que se comercializan en México, crecen en una amplia gama de suelos, desde arenosos hasta arcillosos, con buen drenaje y de fertilidad media a alta, tiene baja tolerancia a los suelos con pH bajos y a la alta concentración de aluminio, aunque puede haber diferencias en su

capacidad de adaptación a estas condiciones entre cultivares. En general la mayoría de los cultivares no soportan periodos prolongados a los excesos de humedad en el terreno, así como a salinidad (Meléndez 2012).

Producción de forraje

La producción de forraje de pasto Guinea es variable y depende de las condiciones ambientales y de manejo que se tengan, lo que es cierto es que cualquier planta va a responder a las mejoras en el ambiente, en el Cuadro se presentan los datos de producción de forraje en diferentes localidades de la región tropical de México, dicha producción se obtuvo a diferentes edades de rebrote y en los periodos más representativos del año, de esta forma se puede observar la gran variación en la información presentada producto de la presión que el ambiente ejerce sobre la planta. Cabe señalar que la mayor producción de biomasa se obtuvo en Chetumal, Quintana Roo, que superó al resto de los ambientes en ambas épocas del año, mientras que una condición no tan favorable para el desarrollo de esta especie lo fue Isla, Veracruz, esto debido a la acidez y baja fertilidad de los suelos y a la limitante de la precipitación que tiene esta localidad, además de que el pasto Guinea requiere de suelos de mediana a alta fertilidad para expresar su mayor potencial de producción de biomasa (Cuadro 1).

Demanda de nutrientes

Pasto Guinea es una especie con rango de demanda de nutrientes que va de medio a alto, lo anterior se debe a su capacidad de extracción del suelo de los nutrientes indicados; así, se reporta que con una producción de 26 t de Materia seca /ha /año, el pasto extrae altas cantidades de nutrimentos (Cuadro 2), los cuales, es necesario suministrar de alguna forma para no perder la productividad de la pradera y evitar con ello la degradación de la misma. La mayoría de los cultivares comerciales presentan diferencias en tolerancia a fertilidad del suelo y, en su mayoría, tienen buena respuesta a la aplicación de fertilizantes, particularmente nitrogenados, lo que indica la necesidad de reponer este elemento al suelo para sustituir su extracción.

Ventajas y desventajas de su utilización

Ventajas. Entre las ventajas documentadas en esta especie se incluyen (Enríquez y Quero, 2006).

Especie con una amplia capacidad de adaptación a diferentes ambientes

Fácil establecimiento.

Alta producción de semilla que le permite colonizar áreas sin pastoreo o cuando los suelos tienen algún tipo de perturbación (quema, laboreo, etc).

Alta capacidad de producción de biomasa de buena calidad.

Es aceptado por los animales en avanzado estado de madurez.

Pocos problemas de plagas y enfermedades.

Tolerante a la sombra lo que le permite ser utilizada en sistemas silvopastoriles.

Cuadro 1. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto privilegio o Guinea (*Megathyrsus maximus*) a diferentes edades de rebrote, en la época seca y lluvias en diferentes localidades del trópico de México.

Localidad	Época seca				Época de lluvias			
	Edad de rebrote en semanas				Edad de rebrote en semanas			
	3	6	9	12	3	6	9	12
Arriaga, Chis.	265	198	160	200	2,366	3,899	8,208	8,558
Balancán, Tab.	780	935	806	1,948	647	1,799	2,028	4,166
Chetumal, Q. Roo	1,575	5,230	3,170	7590	1097	4777	9405	13,575
Isla, Ver.	353	283	400	457	863	1,487	3,083	3,943
Loma Bonita, Oax.	772	1,112	1,367	2,009	907	4,617	8,094	11,051
Martínez de la Torre, Ver.	1,060	1,548	1,162	1,651	1,531	4,927	4,980	5,158
Paso del Toro, Ver.	1,100	1,400	1,900	1,100	1,700	5,000	7,700	9,000
Tizimín, Yuc.	212	668	1,106	450	1,023	2,674	5,782	7,913
Promedio	765	1,422	1,259	1,926	1,267	3,648	6,160	7,921

Fuente: Enríquez *et al.* (2011).

Desventajas

Establecimiento y colonización: Desde la llegada de los españoles y con ellos el pasto privilegio o Guinea, se ha propagado por todo el territorio nacional con condiciones de trópico húmedo, seco y zonas de transición hacia el clima templado, ya que se observa en la mayoría de los terrenos ganaderos y a orillas de carretera, su alta producción de semilla y peso específico, le permiten dispersarse por el viento fácilmente, logrando con ello invadir vastas áreas del trópico y subtropical de México y posiblemente algunas superficies con cultivos.

Cuadro 2. Rendimiento de forraje (MS) y tasas de extracción de nutrimentos pasto Guinea cosechado bajo corte.

ESPECIE	MS (t/ha/año)	N	P	K	Ca	Mg
<i>Megathyrsus maximus</i>	25.8	323	49	407	167	111

*Pasto fertilizado con 450, 73 y 450 kg de N, P y k/ha, respectivamente. (Chandler *et al.*, 1983).

Calidad forrajera y persistencia bajo pastoreo

El valor nutritivo depende de diversos factores que incluyen: la edad del rebrote, la parte y participación de la composición de la planta en el forraje, la época y el manejo de la pradera, entre otros. En un estudio desarrollado por Juárez *et al.*, (2004), con el cultivar Mombaza, cosechado a cada siete días y en un rango de 7 a 96 días, encontraron la curva de variación en la composición química de los componentes de la MS; al respecto, los contenidos de MS tuvo variaciones 14.7 a 26.79% a siete y 76 días de rebrote, respectivamente; para proteína cruda y Fibra Detergente Neutro, los valores fueron de 14.34 a 3.07 y 64.85 a 69.6 % a siete y 96 días de rebrote, respectivamente, estos valores son los que normalmente se reportan en la literatura, ya que a menor edad de rebrote los valores de proteína y fibra son mayores (Cuadro 3); sin embargo, dichos valores corresponden a promedios de varios cortes y épocas del año.

Cuadro 3. Valores promedio de la composición química de diversos cultivares de *Megathyrus maximus*, cosechados cada 35 y 42 días en las diferentes épocas del año.

	Guinea	Coloniao	Vencedor	Tobiata
Materia seca (%)	22.5	24.9	28.0	26.1
Proteína cruda (%)	7.4	7.1	6.0	5.5
FDN (%)	69.3	73.7	70.8	74.9
Lignina (%)	6.2	7.7	5.3	6.8

Juárez *et al.*, 2002.

Producción de semilla

La producción de semilla de Guinea común en México es una actividad que se realiza en forma artesanal con bajo uso de tecnología. Sin embargo, en los últimos años la situación está cambiando con los nuevos cultivares introducidos, tal es el caso de **Tanzania y Mombaza**, para los cuales, algunos productores destinan áreas de las praderas recién establecidas para cosechar semilla para su abastecimiento y propagación. Existe información sobre la producción de semilla del pasto Guinea en diferentes lugares de la región tropical de México, al respecto, Herrera y Villanueva (1996), obtuvieron en Nayarit, un rendimiento de 328 kg/ha de semilla limpia; mientras que Joaquín *et al.*, (2001), obtuvieron 65 kg ha de semilla pura en el estado de México. En Jalisco Eguiarte y González (1995), alcanzaron una producción de 77 kg/ha de semilla pura. Mientras que Collí *et al.*, (2010), señalan que en Campeche se obtuvieron rendimientos de semilla pura de: 386, 292, 111 y 110 kg/ha de semilla bruta y 150, 102, 44 y 30 kg /ha de semilla pura para Mombaza, Tanzania, Centenario y Común, respectivamente, situación que indica el mayor potencial de producción de semilla de los nuevos cultivares con relación al pasto naturalizado, situación que puede permitir a mediano plazo una mayor diseminación de los nuevos cultivares en el país.

Establecimiento y colonización

Desde la llegada de los españoles y con ellos el pasto privilegio o Guinea, se ha propagado por todo el territorio nacional, ya que se observa en algunos terrenos ganaderos y a orillas de carretera, su alta producción de semilla y peso específico le permiten dispersarse por el viento fácilmente, logrando con ello invadir vastas áreas del trópico y subtropicales de México. A mediados del siglo pasado, los ganaderos que establecían esta especie, lo hacían de forma tradicional que consistía en la quema de la vegetación antes del inicio de las lluvias y posteriormente se regaban alrededor de 30 a 50 kg de semilla/ha, que ellos mismos cosechaban a orillas de carreteras o caminos, es decir bajo este sistema la semilla solamente recibía un beneficio que consistía en separar impurezas como trozos de tallos y hojas. Actualmente, para el establecimiento de praderas con esta especie, son necesarias la realización de prácticas adecuadas para lograr un buen establecimiento, es decir, se debe dar la atención necesaria como para cualquier cultivo; posteriormente, se siembra con semilla de buena calidad comercial, y para ello se utilizan de 5 a 7 kg de semilla PV/ha, con lo cual se obtiene buen establecimiento de la pradera y, si las condiciones ambientales son favorables, el primer pastoreo puede realizarse a los 90 días posteriores a la siembra (Enriquez *et al.* 2011).

Experiencia regional de los ganaderos con esta especie

La experiencia de los ganaderos con esta especie es amplia ya que fue de las primeras especies introducidas de África a México, con más de 200 años de sobrevivencia y dispersión en las zonas tropicales del país. Por lo que muchos ganaderos están familiarizados y lo utilizan de manera cotidiana, por sus atributos y capacidad para producir forraje de buena calidad que se transforma en carne y leche, existen en el mercado diferentes cultivares de esta especie, entre los más importantes se tienen a Tanzania y Mombaza, entre los más importantes, los cuales han tenido buena aceptación entre los productores, otros cultivares que

han sido introducidos a México son: Centenario, Centauro, Vencedor, Aruana, Massai y Likoni, entre otros, ya que en el mundo se reportan más de 45 cultivares liberados en diferentes países (Muir y Jank 2004). Esta especie es altamente apreciada por su calidad; sin embargo, cuando no se suplementa el suelo, su productividad se ve afectada.

Comentarios finales:

Aunque *Megathyrus maximus* es reportado como maleza invasora en bosques y pastizales naturales, particularmente en el trópico húmedo, algunos autores lo registran como maleza en arroz, caña, frutales, maíz, mango, sorgo y tomate. Es especialmente frecuente en caña, porque tolera sombra (Villaseñor y Espinosa, 1998). En Brasil, la reportan en cultivos como café, frutales, cítricos y otros frutales (Alves y Elifalete 1986) y en Ecuador, afecta cultivos como: plátano, palma, café, maíz y soya. (Ordeñana 1986). Sin embargo, es un excelente pasto para la alimentación del ganado en la región tropical de México, ya que es el sostén de gran parte de la ganadería nacional, y de acuerdo con la información de Villegas *et al.* (2001), lo ubica con una producción anual de 21.9 millones de toneladas anuales de materia seca.

Conclusiones

Guínea es uno de los primeros pastos naturalizados en México. Durante mucho tiempo y debido al tipo reproductivo se tuvo escaso acceso a diversidad genética en esta especie. Aún se adolece en México de diversidad genética para aprovechar al máximo esta especie para las necesidades del país.

Literatura Citada

- Aliscioni A. A., Giussani M.R., Zuluaga O.F and Kellogg A. E. 2003. A molecular phylogeny of *Panicum*: (Poaceae: Paniceae) Test monophyly and phylogenetic placement within the Panicoideae. *American Journal of Botany* 90 (5) 796-821.
- Alves A. y Elifalete X. F. 1986. Malezas más importantes en Brasil. *In: Ecología y control de malezas perennes en América Latina. Ponencias presentadas en el panel de expertos en ecología y control de malezas perennes celebrado en Santiago de Chile del 28 de noviembre al 2 de diciembre de 1983.* FAO. ROMA, ITALIA. pp. 209-246.
- Beetle A.A. 1987. Las Gramíneas en México (Tomo II). Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaria de Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal. Dirección General de Normatividad Pecuaria. CTECOCA. 344 p.
- Bogdan, A. V. 1977. Tropical Pasture and Fodder Plants. Tropical Agriculture Series. Logman. London and New York. 475p.
- Calvino M. 1952. Plantas forrajeras tropicales y subtropicales. Ediciones Agrícolas Trucco. México, D.F. 252 p.
- Chandler, J. V., R. Caro-Costas, F. Abruña y S. Silva. 1983. Producción y utilización intensiva de las forrajeras en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. Recinto de Mayaguez. Colegio de Ciencias Agrícolas. Estación Experimental Agrícola. Río Piedras, Puerto Rico. 229 p.
- Collí CDA., Carvajal A. J., García-Gómez M.A. 2010. Producción de semilla de cuatro variedades de pasto Guinea *Panicum maximum*. XLVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Campeche 2010. p. 384.
- Enríquez, Q. J. F. y A. R. Quero C. 2006. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Comité Editorial. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ISBN: 968-5580-72-3. 109p.
- Enríquez Q, J. F., F. Meléndez N., E. D. Bolaños A. y V. A. Esqueda E. 2011. Producción Y Manejo De Forrajes Tropicales. INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta. Libro Técnico Núm. 28. Veracruz, México. 404 p.
- Eguarte, V. J. A. y A. González S. 1995. Producción de forraje y semilla de pastos tropicales en el sur de Jalisco. *Tec. Pecu. Mex.* 33(2) 105-111.
- Herrera, C. F. y J. F. Villanueva A. 1996. Producción de semilla de once gramíneas forrajeras en el estado de Nayarit. Reunión Anual de Investigación Pecuaria en México. Cuernavaca, Morelos. 1996. p. 222.

- Joaquín T. B. M., A. Hernández, G., J. Pérez, P., J.G. Herrera. H., G. García de los S. y C. Trejo, L. 2001. Efecto del nitrógeno y fecha de cosecha sobre el rendimiento y calidad de semilla de pasto Guinea. *Tec. Pecu. Mex.* 19(3)245-254.
- Juárez, L. F. I., M. Montero L. y V. D. Hernández H. 2002. Manejo nutricional del ganado de doble propósito en pastoreo. p. 1-11. *In: Día del Ganadero 2002. Memoria Técnica. División Pecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Playa Vicente. Veracruz, México.*
- Meléndez N. F. 2012. Principales forrajes para el trópico. México. 516 p.
- Muir P. J. y Jank L. 2004. Guineagrass. *In: Lowell E. Moser, Byro L. Burson and Lynn E. Sollenberger. Warm-Season (C₄) Grasses. Agronomy. N. 45. American society of agronomy. Crop Science Society of America. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin. USA.*
- Ordeñana B. O. 1986. Estudios sobre malezas perennes en Ecuador. *In: Ecología y control de malezas perennes en América Latina. Ponencias presentadas en el panel de expertos en ecología y control de malezas perennes celebrado en Santiago de Chile del 28 de noviembre al 2 de diciembre de 1983. FAO. pp. 290-323.*
- Parsons, J. J. 1972. Spread of African pastures grasses to the American tropics. *Journal Range Management* 25:12-17.
- Quero CAR, JF. Enríquez Q, CR Morales N, LMiranda J. 2010. Apomixis y su importancia en la selección y mejoramiento de gramíneas forrajeras tropicales. Revisión. Rev Mex Cienc Pecu 1(1): 25-42.**
- Villegas, D. G., A. Bolaños M. y L. Olgún P. 2001. La ganadería en México. Colección Temas Selectos de Geografía de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D. F. 158 p

Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth)

Sinónimo: *Andropogon bisquamulatus* Hochst.

Nombre comunes usados en español

En México se le conoce como pasto Llanero, en Latinoamérica tiene varios nombres comunes y depende del país en donde haya sido liberado con los nombre comunes: capín *Andropogon*, en Brasil; Carimagua 1, en Colombia; San Martín, en Perú, Sabanero, en Venezuela; Veranero, en Panamá y Costa Rica; *Andropogon*, en Cuba; Otoreño, en Honduras; Gambia, en Nicaragua e ICTA-Real en Guatemala (Loch y Ferguson, 1999).

Taxonomía

Pasto Llanero, pertenece a la familia *Poaceae*, subfamilia *Panicoideae*, tribu *Andropogoneae*, El género *Andropogon* comprende aproximadamente 100 especies anuales y perennes dispersas en los trópicos. Hay cuatro variedades botánicas, cuyas características distintivas se basan especialmente en la pilosidad de las espiguillas de acuerdo con Keller-Grein y Schultze-Kraft (1989) tienen las siguientes características:

Var. *gayanus* (var. *genuinus* Hack.)

Entrenudos y pedicelos del raquis ciliado a lo largo de un solo margen; espiguilla pedicelada, glabra; espiguilla sésil de 6mm de longitud; arista de la espiguilla sésil de 10 a 20mm de longitud, y arista de la espiguilla pedicelada de 1 a 2mm de longitud.

Var. *tridentatus* Hack.

Entrenudos y pedicelos del raquis ciliados a lo largo de un solo margen; espiguilla pedicelada pubescente; espiguilla sésil de 6 a 8mm de longitud; la arista de la espiguilla sésil de 15 a 20mm de longitud y la de la espiguilla pedicelada de 5 a 10mm de longitud.

Var. *polycladus* (Hack.) W. D. Clayton (Sin. de *squamulatus* (Hoscht.) Stapf.)

Entrenudos y pedicelos del raquis ciliado en ambos márgenes: espiguilla pedicelada glabra; espiguilla sésil de 5 a 6mm de longitud; la arista de la espiguilla sésil de 15 a 30mm de longitud; la de la espiguilla pedicelada de 3 a 7mm de longitud.

Var. *biscuamulatus* (Hoschst.) Hack.

Semejante a la var. *polycladus*, pero, con espiguilla pedicelada, de pilosa a vellosa.

Descripción morfológica

Planta amacollada de crecimiento erecto, forma gruesos macollos hasta de 1m de diámetro; sus tallos pueden alcanzar alturas de más de 3m; hojas color verde claro, algunas se tornan violáceas en invierno. Láminas foliares lineal-lanceoladas, hasta de 100cm de longitud y de 4 a 30mm de ancho, generalmente se adelgazan hacia la nervadura central prominente, en su base formando un pseudopecíolo, pubescentes en ambos lados, particularmente cuando las hojas son jóvenes, con frecuencia glaucas y escamosas a lo largo de los márgenes. Lígula, una membrana corta, color café y con frecuencia un borde con tricomas blancos de 7mm de longitud; vaina foliar de hasta 20cm de longitud y su extremo superior hasta de 10mm de

ancho. La inflorescencia consta de racimos pálidos en pares que forman una panícula falsa espatada. Los racimos tienen de 4 a 9cm de longitud y contienen 17 pares de espiguillas. Cariópsides oblongas de 3mm de longitud y 0.75mm de ancho (Keller-Grein y Schultze-Kraft, 1989; Peralta *et al.* 1987; Enriquez *et al.*, 2011).

Arribo y Distribución en México

Gramínea perenne originaria de la mayor parte de las sabanas de África tropical al sur del Sahara, introducida a México en 1981, por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), procedente del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), para realizar pruebas agronómicas de adaptación a condiciones del trópico mexicano y particularmente, en regiones con suelos ácidos de baja fertilidad. Después de varios años de evaluación, en el año 1987 el ecotipo CIAT 621, fue liberado como cultivar “Llanero”, iniciando su expansión en la región tropical de México (Peralta *et al.* 1987; Peralta y Enriquez, 1992). Es uno de los pastos que se han introducido recientemente y con gran aceptación por los productores, dadas su capacidad de adaptación a suelos de baja fertilidad y condiciones de trópico seco. Es una de las especies que se recomendó para revegetar la región del trópico seco del país (Jaramillo, 1994), en donde se cultiva ampliamente y particularmente en la costa del Pacífico, desde Chiapas hasta Sonora; en la región del Golfo de México existe poca superficie establecida con esta especie y ésta se localiza en la Península de Yucatán (Meléndez, 2012).

Adaptación

Especie que se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm; sin embargo, su mejor desempeño se logra desde 0 a los 1200 msnm., con precipitaciones de 800 mm anuales, tolerante a sequías prolongadas de hasta siete meses. Tolera suelos de alcalinos a ácidos, pero prospera más sobre limos de fertilidad mediana. Prefiere suelos de textura ligera con buen drenaje, aunque puede crecer con encharcamientos esporádicos y por corto tiempo, no prospera en suelos salinos. En suelos ácidos tolera pH de 4.0 en adelante y con alta saturación de aluminio, responde a las aplicaciones en cantidades bajas de cal y fertilizantes (Bogdan 1977; Thomas y Grof, 1986; Peralta *et al.* 1987).

Producción de forraje

La capacidad de producción de MS de Llanero es amplia y depende de condiciones ambientales, al respecto se presenta información de las pruebas de rendimiento en diferentes localidades de la región tropical de México (Cuadro 1), con amplias diferencias en producción entre edades de rebrote, época y localidades, los rangos de producción encontrados a 12 semanas de rebrote en la época seca varían de 255 a 8033 t/MS/ha, en Arriaga, Chiapas y Jalapa, Tabasco, mientras que en la época de lluvias la variación fue de 1,250 a 14,803 t/MS/ha, para Matías Romero y Loma bonita, Oaxaca, variaciones debidas a condiciones de cada sitio.

Demanda de nutrientes

La demanda de nutrientes en Llanero, al igual que otras especies de gramíneas, depende de la producción de forraje; sin embargo, se menciona que éste tiene un sistema radical vigoroso, lo cual le da la habilidad de explorar mayor superficie del suelo, que le permite tener altos rendimientos, aun en suelos de baja fertilidad. Las cantidades extraídas del suelo de varios nutrimentos por el pasto llanero, cuando produce alrededor de las 8 t/MS/ha, en donde al igual que en otros pastos el K, es el elemento que más se extrae (Cuadro 2), sin embargo, las cantidades de estos elementos en general tienen valores bajos, lo cual se debe a los bajos niveles críticos (nivel del nutrimento por debajo del cual la producción declina) tanto internos

(de la planta) como externos (del suelo) que tiene la planta para tener buena producción de forraje (Salinas y Saif 1989).

Cuadro 1. Rendimiento estacional de materia seca (kg/ha) del pasto Llanero (*Andropogon gayanus*) a diferentes edades de rebrote y en diferentes localidades del trópico de México.

Localidad	Época seca				Época de lluvias			
	Edad de rebrote en semanas				Edad de rebrote en semanas			
	3	6	9	12	3	6	9	12
Arriaga, Chis.	245	350	330	255	2,282	3,945	8,504	7,557
Balancán, Tab.	933	1,672	1,472	2,464	310	1,434	2,649	4,095
Huimanguillo, Tab.	494	2,253	5,826	4,589	1,663	6,272	1,743	5,573
Isla, Ver.	821	1,542	1,635	880	541	1,531	3,045	5,938
Jalapa, Tab.	243	1,076	1,325	8,033	3,360	5,173	2,150	10,840
Loma Bonita, Oax.	1,085	2,490	2,428	4,260	408	2,564	4,673	14,803
Matías Romero, Oax.	60	280	263	523	631	1,116	778	1,950
Mtnz de la Torre, Ver.	999	2,021	2,188	2,292	865	4,480	4,611	6,562
Niltepec, Oax.	-	-	-	-	1152	3249	5424	6690
Paso del Toro, Ver.	1,400	1,200	1,800	2,500	3,300	5,300	9,700	6,500
Pijijiapan, Chis.	260	787	1,235	-	697	1,925	6,650	6,394
Tizimín, Yuc.	412	1,385	1,367	1,181	653	3,389	5,756	8,139
Tonalá, Chis.	612	397	180	332	3,019	6,715	8,356	12,225
Zona Henequenera, Yuc.	195	117	95	362	337	1,798	3,190	4,000
Promedio	597	1,198	1,550	2,306	1,373	3,492	4,802	7,233

Enriquez *et al.*, 2011.

Cuadro 2. Rendimiento de forraje (MS) y tasas de extracción de nutrientes del pasto Llanero cosechado bajo corte.

ESPECIE	MS (t/ha/año)	N	P	K	Ca	Mg
<i>A. gayanus</i> **	7.9	-	4	37	17	14

**Pasto fertilizado con 150 kg de P₂O₅/ha. Fuente: Spain (1981).

Ventajas y desventajas de su utilización

Ventajas

Especie con una amplia adaptación a ambientes secos y suelos de baja fertilidad.

De fácil establecimiento y propagación.

Buena producción de semilla para colonizar áreas sin pastoreo.

Alta capacidad de producción de biomasa.

Sin problemas de plagas y enfermedades.

Tolerante a quema.

Desventajas

La principal desventaja que ofrece este pasto es su facilidad de dispersión que con el tiempo puede convertirse en maleza.

Calidad forrajera y persistencia bajo pastoreo

El valor nutritivo de pasto Llanero se encuentra dentro de los rangos normales para las especies de gramíneas tropicales. Su composición química es variable y dependen gran medida de la edad de cosecha y manejo agronómico al cual se someta la planta, de esta forma en un estudio desarrollado por Juárez *et al.*, (2004), con pasto llanero, cosechado a cada siete días y en un rango de siete a 96 días, encontraron la curva de variación en la composición química de los componentes de la MS; al respecto, los contenidos de MS tuvieron variaciones de 13.1 a 21.15% a siete y 76 días de rebrote, respectivamente; para PC y FDN, los valores fueron de 12.07 a 4.50 y 64.45 a 72.75% a siete y 96 días de rebrote, respectivamente, valores similares a los encontrados para Guinea, los que normalmente se reportan en la literatura, ya que a menor edad de rebrote los valores de PC son altos y a mayor edad, la fibra se incrementa.

Producción de semilla

La producción de semilla de Llanero es alta, su floración está condicionada al fotoperiodo con días cortos y un fotoperiodo crítico entre 12 y 14 horas y por los ciclos de humedad y temperatura. La floración se inicia de septiembre a noviembre para realizar la cosecha en los meses de enero y febrero (Peralta *et al.* 1987; Ferguson, 1989; Enríquez y Quero 2006). Los rendimientos alcanzados de semilla cruda por hectárea en lotes establecidos con algún tipo de manejo que consistía en, al menos, un precorte del pasto para sincronizar la floración y, en algunos casos, la utilización de fertilizante, es (Terrazas, 1991) en Santiago Ixcuintla, Nayarit, de 261 kg/ha; mientras que, Herrera y Villanueva (1996), obtuvieron 251 kg/ha; Basulto y Ayala (1994), alcanzaron 223 kg/ha en Uxmal, Yucatán y, también Ayala (1994), en Tizimin, Yucatán, obtuvo 211 kg/ha; en Iguala, Guerrero se alcanzó un rendimiento de 180 kg/ha (Peralta, 1991). Las cifras anteriores dan una idea de la capacidad de producción de semilla de esta especie. Dadas las condiciones agroecológicas favorables para la producción comercial de semilla en México, se ha realizado por empresas bien establecidas, productores independientes o bien por organizaciones ejidales, los que han abastecido la demanda de este insumo en la región del trópico mexicano,

Estrategia de propagación y dominancia ecológica

Andropogon gayanus se reproduce por semilla, es una especie que tiene una semilla sumamente pequeña (909 a 1,697 semillas/g), lo cual le da una reserva de nutrientes limitada para su desarrollo inicial (Spain y Couto, 1989). Sin embargo, la semilla posee buenos porcentajes de germinación, además de que sus estructuras le permiten ser fácilmente diseminada por el viento, los animales y el hombre, lo que asegura su repoblación natural en praderas y su dispersión en otro tipo de terrenos con vegetación natural como de cultivo, a orillas de caminos y carreteras, lo cual se puede observar frecuentemente en la región del Pacífico. Es una especie invasora que puede formar poblaciones densas y excluir a las especies nativas. Actualmente, no hay reportes en México de los posibles efectos que puede traer su dispersión, sin embargo, en Australia se ha documentado que *A. gayanus* es una especie invasora en las sabanas, que desplaza especies nativas de porte bajo. Otro problema que puede alterar el ecosistema, es su alta capacidad de producción de biomasa, la cual representa un riesgo potencial para generar incendios, que pueden afectar áreas aledañas, infraestructura y cambios de manera general en la flora y fauna de las áreas que resulten dañadas (Setterfield *et al.*, 2010). De la misma forma, se reportan modificaciones en los ciclos de nutrientes que pueden alterar el ecosistema ya que el fuego ocasionado por *A. gayanus*, provoca pérdidas en la mayoría de los macronutrientes, particularmente Nitrógeno, del cual se estima que se pueden perder 20 kg/ha/año, cuando la biomasa quemada de *A. gayanus* fue de 7.85 t/MS/ha (Rossiter-Rachort *et al.*, 2008).

Potencial como maleza

Llanero ha sido declarado maleza en el norte de Australia, por su capacidad para dispersarse y generar fuegos intensos. El fuego puede causar pérdidas en infraestructura en ranchos en donde el pasto no es pastoreado, alterar el régimen de fuego y cambiar la vegetación de la sabana. En regiones con prolongada estación seca y carga animal ligera, Llanero puede no ser consumido en su totalidad durante su crecimiento en la época de lluvias, para prevenir el exceso de materia seca acumulada que podría ser riesgoso de sufrir fuego.

Comentarios finales:

En México, Llanero, ha tenido una fuerte difusión y aceptación entre ganaderos de la región del trópico seco, en donde se ha establecido por sus características de adaptación y producción, claro está, superando a especies de uso tradicional cuyo potencial de producción ha sido menor en comparación con Llanero. Aunque en Australia y posiblemente en otros países es reportado como maleza o como una amenaza en los ecosistemas de sabanas, en México se desconoce su situación en este aspecto, a pesar de que desde su liberación en 1987, la superficie establecida se ha incrementado, es muy frecuente observarlo en ranchos, orillas de carretera y caminos en la costa del Pacífico y por lo que al momento no pudiera representar un riesgo importante o amenaza como maleza.

Literatura Citada

- Ayala, S. A. 1994. Sincronización de la floración y producción de semilla de *Andropogon gayanus* en el norte de Yucatán, México. *Pasturas Tropicales*: 16(1) 36-40.
- Basulto, G. J. y A. Ayala S. 1991. Efecto del precorte la aplicación de nitrógeno en la producción de semilla de *A. gayanus*. Reunión anual de investigación pecuaria en México. Tamaulipas. p. 309.
- Bogdan, A. V. 1977. *Tropical Pasture and Fodder Plants*. Tropical Agriculture Series. Logman. London and New York. 475p.
- Enríquez Q, J. F., F. Meléndez N., E. D. Bolaños A. y V. A. Esqueda E. 2011. Producción Y Manejo De Forrajes Tropicales. INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta. Libro Técnico Núm. 28. Veracruz, México. 404 p.
- Enríquez, Q. J. F. y A. R. Quero C. 2006. Producción de semilla de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Libro Técnico Núm. 11. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Papaloapan. Veracruz, México. 109 p.
- Ferguson J. E. 1989. Producción de semilla de *Andropogon gayanus*. In: Toledo J.M., Vera R., Lascano C. y Lenne J.L. (eds.). *Andropogon gayanus* Kunth. Un Pasto para los suelos ácidos del trópico. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. pp. 295-321.
- Herrera, C. F. y J. F. Villanueva A. 1996. Producción de semilla de once gramíneas forrajeras en el estado de Nayarit. Reunión Anual de Investigación Pecuaria en México. Cuernavaca, Morelos. 1996. p. 222.
- Jaramillo, V. V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas tropicales de México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría de Ganadería. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México, D. F. 38 p.
- Juárez, L. F. I., M. Montero L. y C. Serna G. y E. G. Canudas L. 2004. Evaluación nutricional de gramíneas forrajeras tropicales para bovinos en el centro del estado de Veracruz. In: XVIII Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Veracruz 2005. Memoria en CD. 11p.
- Keller-Grein G. y Schultze-Kraft R. 1989. Descripción botánica y distribución natural de *Andropogon gayanus*. In: Toledo J.M., Vera R., Lascano C. y Lenne J.L. (eds.). *Andropogon gayanus* Kunth. Un Pasto para los suelos ácidos del trópico. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. pp. 1-20.
- Loch, D. S. and J. E. Ferguson. 1999. Forage seed production II. Tropical and subtropical forage seed production: an overview. In: Loch, D. S. and J. Ferguson (eds.). Forage seed production. Volume 2. CAB International. Washington, DC, USA. p. 1-40.
- Meléndez N. F. 2012. Principales forrajes para el trópico. México. 516 p.

- Peralta, M.A. 1991. Producción de semilla de especies forrajeras tropicales. *In:* Pérez, P. J. y Herrera, J. (eds.) Memorias del Seminario Internacional Evaluación de Praderas Tropicales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. pp. 21-39.
- Peralta, M. A. y J. F. Enríquez Q. 1992. Estudio de caso sobre la liberación de materiales forrajeros en México. *In:* 1er Taller sobre Avances en los Programas de Suministro de Semillas de Especies Forrajeras en Centro América. Documento de Trabajo 122. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Comayagua, Honduras. pp. 143-149.
- Peralta, M. A., A. Ramos S., J. F. Enríquez Q., J. López N., A. Cigarroa de A., J. Palomo S. y A. Córdova B. 1987. Pasto Llanero *Andropogon gayanus* Kunth. Una alternativa para el trópico de México. Folleto Técnico Núm. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Veracruz, Ver., México. 17 p.
- Rossiter-Rachort A. N., Setterfield A. S., Douglas M. M., Hutley B. L., Cook D.G. 2008. *Andropogon gayanus* (Gamba grass) invasion increases fire- mediated nitrogen losses in the tropical savannas of northern Australian. *Ecosystems*. 11: 77-88.
- Salinas J. G. y Saif ur Rehman S. 1989. Requerimientos nutricionales de *Andropogon gayanus*. *In:* Toledo J.M., Vera R., Lascano C. y Lenne J.L. (eds.). *Andropogon gayanus* Kunth. Un Pasto para los suelos ácidos del trópico. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. pp. 105-165.
- Setterfield A. S., Rossiter-Rachort A. N., Hutley B. L., Douglas M. M., Williams J. R. 2010. Turning up the heat: The impacts of *Andropogon gayanus* (Gamba grass) invasion on fire behavior in northern Australian savannas. *Journal of Conservation Biogeography*. Biodiversity Research. 16: 854-861.
- Spain, J. M. 1981. Establecimiento de praderas en sabanas bien drenadas de los llanos orientales de Colombia. Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 39 p.
- Spain M. J y Couto W. 1989. Establecimiento y desarrollo inicial de pasturas de *Andropogon gayanus* en sabanas tropicales. *In:* Toledo J.M., Vera R., Lascano C. y Lenne J.L. (eds.). *Andropogon gayanus* Kunth. Un Pasto para los suelos ácidos del trópico. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. pp. 239-264.
- Terrazas, P. J. G. 1991. Efecto de la época de defoliación en la producción de semilla de *Andropogon gayanus* cv Llanero. *Pasturas Tropicales*. 13(2) 39-41.
- Thomas D and Grof B. 1986. Some pastures species for the tropical savannas of America. III. *Andropogon gayanus*, *Brachiaria* spp. and *Panicum maximum*, *Herbage Abstracts*. Vol 56. No. 12. 557-565.

GRAMÍNEAS INTRODUCIDAS: IMPORTANCIA E IMPACTO EN ECOSISTEMAS GANADEROS DE MÉXICO

Pasto Buffel *Cenchrus ciliaris* L. Link. (*Pennisetum ciliare* Lam.)

Ph. D. Fernando A. Ibarra Flores¹; Ph. D. Martha H. Martin Rivera¹ y
Ph. D. Adrián R. Quero Carrillo²

¹ Profesor Investigador. Universidad Autónoma de Sonora, Campus Sta. Ana, Av. Universidad e Irigoyen, Col. Ortiz, H. Caborca, Sonora, Méx. fernando.ibarra@santana.uson.mx
² Profesor Investigador. Campus Montecillo, COLPOS-CA.

Buffel [*Cenchrus ciliaris* (L.) Link] Buffelgrass, Buffel grass, African foxtail (USA), Zacate Cola de Zorra, Zacate Azul, Bufalograss, Pasto Salinas (Sudamérica), Dhaman grass, Koluk katai y Anjasgrass (India).

Adaptacion y Distribución

Especie perenne, amacollada y rizomatosa, que durante las décadas de los 30's y 40's, se introdujo a Texas, USA. El centro de diversidad genética (Harlan, 1971) de esta especie es el Sahel Africano (LeHoérou, 1985; Voigt y MacLauchlan, 1985; Savidan, 1991), aunque el equipo de mejoradores de la universidad de Texas A&M señala Sudáfrica como centro de diversidad (Bashaw, 1985; Hussey y Bashaw, 1990); sin embargo, a la fecha no se han colectado diploides naturales, por lo que su centro de origen genético se mantiene sin documentar. Se ha ido dispersado a las regiones áridas y semiáridas, tropicales y subtropicales del norte de África, Australia, Asia, Madagascar, Islas Canarias, Arabia, India, México, Norteamérica, Sudamérica, India y Pakistán (Bashaw, 1985).

Superficie establecida en México

Se estima que Buffel es el más sembrado, con una superficie de 1.2 millones de hectáreas (SAGARPA, 2012), en el estado de Sonora; sin embargo, Franklin *et al.* (2006), reportan 1.85 millones de hectáreas, para el mismo estado. Por más de 40 años se ha venido sembrando el pasto Buffel conocido con el nombre de "Común Americano" (Sin. T-4464; Americano), el cual ha causado una revolución en la ganadería a partir de su introducción en la región central del estado de Sonora. En otras regiones del país se encuentra bien adaptado a zonas de trópico seco y su dominancia ocurre en zonas de baja precipitación en Tamaulipas, Nuevo León y altitudes menores a 1500 msnm en San Luís Potosí, Durango, Chihuahua y Jalisco, donde ocupa amplias superficies y compite con la vegetación nativa.

Origen genético e introducción

En 1940, investigadores sudafricanos realizaron recolecta de semillas de pasto Buffel en numerosas regiones semiáridas del noroeste de Africa, Desierto de Turkana, región centro-norte de Kenia y sur de Etiopía (Holt, 1965). Posteriormente, éstas se sembraron en la Estación de Introducción de Plantas de Ritvlei, cerca de Pretoria, para ser evaluadas en base a establecimiento, persistencia, producción y calidad forrajera. Dicha colección sobrevivió a la sequía de 1942 y en 1945, se inició un programa de producción de semillas de esta colecta. Los materiales del Turkana se introdujeron a Estados Unidos en 1946. Las semillas fueron establecidas con éxito al sur de Texas. En 1949, el Departamento de Agricultura y el Servicio de Conservación de Suelos liberaron informalmente el pasto Buffel T-4464 (Holt, 1965). Entre ese año y 1985 los productores de semilla de Texas vendieron 7 mil toneladas de

semilla del T-4464. Buffel comenzó su expansión, los ganaderos del sur de Texas establecieron el pasto en más de 4 millones de hectáreas. Durante los años 50's Buffel se introdujo al N de México, como apta para rehabilitar áreas degradadas con problemas de erosión, así como protectora o nodriza en la siembra de pastizales (Cox *et al.*, 1988). En 1954, la semilla se introdujo a México por vez primera a través del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, a través de su programa de investigación con Texas A&M sobre el establecimiento y adaptación de diferentes líneas de pasto Buffel, procedentes de Estados Unidos, estableciendo parcelas experimentales en el Campo Experimental de Apodaca, Nuevo León, México. Desde entonces se inicia el estableció en extensas superficies a lo largo de las costas este y oeste del México (Cota y Johnson, 1975; Molina *et al.*, 1976; Agostini *et al.*, 1981).

En Sonora Buffel se introdujo en 1957, proveniente de Nuevo León, Texas y Arizona. Se sembró por primera vez en el rancho de Don Germán Santini y Don Arturo Castelo, en el municipio de Navojoa. Su distribución en la entidad se amplió a partir de 1959. En ese año Don Manuel Torres lo sembró en su rancho al este de Hermosillo. Por su parte, Don Enrique Cubillas lo introdujo en la región de Carbó y Don Luis Encinas Johnson en la región de Pesqueira, entre otros (Ibarra *et al.*, 1988). Actualmente, Buffel se ha convertido en una de las especies más populares en ambos lados de la frontera, los ganaderos tienen especial preferencia por ésta debido a sus características fenológicas deseables, en comparación con otras especies de pastos: tolerancia para sobrevivir períodos prolongados de sequía, relativa facilidad de establecimiento, alta productividad de biomasa, buena calidad forrajera y alta tolerancia o respuesta al pastoreo (Ebersohn, 1970; Weston *et al.*, 1984; Hanselka, 1988; Cox *et al.*, 1988; Martin *et al.*, 1995; Ibarra *et al.*, 1995; Rao *et al.*, 1996; Khan *et al.*, 1999; Ramírez *et al.*, 2011 y Hanselka *et al.*, 2004).

Clasificación taxonómica

Carlos Linneo fue quien primero recolectó pasto Buffel en el Cabo de Buena Esperanza, clasificándolo en el año de 1771. Pertenece a la Familia: Poaceae (Gramineae); Subfamilia: Panicoideae; Tribu: Paniceae; Género: *Cenchrus*; Especie: *ciliaris*. Buffel actualmente es considerado dentro del género *Cenchrus*. Recientemente, algunos botánicos consideran que debe re-nominarse a esta gramínea, proponiéndose incluirlo dentro del género *Pennisetum* y denominarlo *Pennisetum ciliare* Link, o como *Pennisetum cenchroides* Rich (Clayton y Renvoize, 1986; Wipff, 2001). A pesar de este desacuerdo en la clasificación, todos los especialistas concuerdan en que el género *Cenchrus* y *Pennisetum* están íntimamente relacionados entre sí (Correll y Johnson, 1970; Hatch y Hussey, 1991). En varias ocasiones estos géneros han sido combinados. El argumento de algunos botánicos para ubicar a *Pennisetum* como *Cenchrus* es que la vellosidad (pubescencia) de la base de su espiguilla está fusionada o unida. Otros especialistas en la materia mantienen que este argumento no es suficiente para tal diferenciación, sostienen que la fusión de dicha vellosidad es un rasgo que varía incluso dentro del mismo *Pennisetum ciliare* (Hatch y Hussey, 1991; Wipff, 2001; Hanselka *et al.*, 2004). Aparte de esto existen tres especies de *Cenchrus* que algunos autores incluyen como variedades de *Cenchrus ciliaris*, los cuales son: (1) Cloncurry Buffel: *Cenchrus pennisetiformis* H.; 2) Birdwood Grass: *Cenchrus setigerus* y 3) Pusa Giant: Una cruce entre *Cenchrus ciliaris* y *Pennisetum thypoides*.

Descripción Botánica

Buffel es perenne amacollado, con fotosíntesis C₄ y bajo condiciones de extrema aridez, (oeste de la India), produce variedades anuales (Gould, 1975). Presenta inflorescencia tipo

panícula contraída (Tracy Herbarium, 2012; Hanselka *et al.*, 2004), que puede confundirse con espiga cilíndrica, flexible, con 2ª 12 cm de longitud y 1 a 1.2 cm de ancho; presenta, espiguillas en involucre, grupos de 2 a 3 rodeadas y envueltas por un abrojo espinoso (burr) compuesto por cerdas soldadas, el pedúnculo es corto y grueso, articulado en su base, desprendiéndose junto con las espiguillas (Ibarra *et al.*, 1994); tallos erectos, articulados, alargados, suaves, amacollados, de base engrosada desde la corona nudosa, por lo cual almacenan más carbohidratos que otras especies permitiéndoles rebrotar después de heladas o sequías prolongadas. De acuerdo a la variedad, alcanza alturas de 15 a 170 cm. Hojas planas, lineales, lisas y ligera vellosoidad en la base, de 3 a 10 mm de ancho y 7 a 30 centímetros de largo terminando en delgada punta, color verde a azul-verdosas. Sistema radical profundo y fuerte, de crecimiento veraniego. Puede dispersarse mediante rizomas escasos y cortos, se reproduce predominantemente por semillas asexuales. Sus rizomas dan lugar a nuevos vástagos, con crecimiento vigoroso (Bogdan, 1977).

La semilla es un cariósipide, no se encuentran visibles, está encerradas dentro de un flósculo (pequeña flor compuesta) conformado por varias espiguillas, con involucre aristado como ramillas modificadas, pueden ser solitarios o estar por grupos de 2 a 7, los cuales, están unidos directamente al tallo de la panícula sin ninguna extensión. Los flósculos miden de 5 a 10 milímetros. Cada uno puede contener de 1 a 5 cariósipides. El número de semillas es diferente en cada variedad de pasto Buffel. En Sonora, Buffel “Común Americano”, puede presentar de cero a 4 semillas fértiles por flósculo; sin embargo, es común encontrar una ó dos y uno de los cariósipides es de mayor tamaño, el cual, produce una plántula más vigorosa. El peso de cada flósculo varía según la variedad. El número de flósculos y cariósipides es de 496,042 flósculos por kilogramo, con un número de cariósipides de 1’895,960, dando una relación de 1:4 flósculos/cariósipides (Ibarra *et al.*, 1995; Ibarra y Martín, 1995).

Citología y Reproducción

En Buffel se presenta en dos formas de reproducción. Apomixis esporofítica: mediante la producción de nuevas yemas de crecimiento y rizomas para su dispersión y la segunda es mediante la producción de semilla asexual (apomixis gametofítica tipo apospórica). Este mecanismo asexual consiste en que se produce el embrión sin fecundación alguna, solo se necesita el polen para iniciar la partenogénesis (pseudogamía). Las nuevas plantas producidas son genéticamente idénticas a la planta madre (Quero *et al.*, 2010). El número de cromosomas más común en *Cenchrus ciliaris* es $2n = 4x = 36$, con número de $2n = 32, 40, 43, 45, 48, 54$ y 63 cromosomas (Fisher *et al.*, 1954; Snyder *et al.*, 1955; Bashaw y Hignight, 1990; Hignight *et al.*, 1991), no tienen un número básico en su serie cromosómica, son aneuploides (Bashaw, 1962). Los 36 cromosomas aparentemente son alotetraploides segmentados, porque sus cromosomas típicamente se aparean como uno o dos cuadrivalentes y 16 o 14 bivalentes durante la Diacinesis y Metafase I de la Meiosis (Fisher *et al.*, 1954).

Variedades, cultivares o ecotipos

El Buffel que se siembra en la actualidad en Norte América conocido como Buffel Común Americano. Se introdujo y evaluó en Estados Unidos a principio de 1917 (Hussey, 1985) y hasta 1946, fue identificado como PI-153671 (Holt, 1985) y sembrado como nodriza en San Antonio, Texas por el Departamento de Agricultura (USDA) en asociación con el Servicio de Conservación de Suelos (USDA-SCS). Posteriormente, identificado por el SCS en Estados Unidos, como “Común Americano”-T4464 y liberado formalmente en 1949 por el USDA y el SCS, mas tarde fue introducido en Australia y América Latina (Skerman y Riveros, 1990).

Existe gran número de cultivares, ecotipos o variedades de Buffel. Se clasificación de acuerdo a características fenotípicas como: tipo de crecimiento, coloración del follaje, color de la inflorescencia, altura, tamaño, entre otros. Una clasificación de acuerdo a la altura de la planta es la siguiente: 1) Variedades Altas: mayores de 150cm: Biloela, Molopo, Boorara, Lawes, Nunbak, Tarewinnabar, Chipinga, HA-333, Zeerust y Llano; 2) Variedades Medianas (100 a 150cm): Gaynadah, Común Americano, Higgins, Blue Buffalo, Mbalambala, BI-S y 3) Variedades Bajas (70 y 100cm): Manzinnyama, Sebungwe y West Australian. Otras variedades en ciertos mercados es posible encontrar semillas comerciales no conocidas fuera de su lugar de origen. Podemos incluir Towwomba, Thabezimbi, Messina y Q3461 de Australia. Las usadas en Brasil, Kongwa y Mpwpa de Tanzania. Las usadas en la India, RM4, RM7, RM9 y RM18, además de Igfri-1, Cazri-1 y Coimbatore-1., Formidable usado en Cuba ó el PI-155084 en los Estados Unidos de América y Zaragoza 115, documentada en México.

El Servicio de Investigación Agrícola del Gobierno Federal de Estados Unidos, desde hace más de 10 años trabaja para desarrollar un Buffel con alta tolerancia al frío. Variedades mejoradas con alta tolerancia al frío como: "Nueces" y "Llano" (Bashaw, 1985). Estas variedades tolerantes al frío, producen mayor cantidad de rizomas y tienen yemas de crecimiento a mayor profundidad del suelo; su dispersión, es rizomatosa, principalmente. En consecuencia, las plantas tienden a dispersarse en forma de nuevos tallos a partir de una misma planta. La liberación de estas variedades empuja hacia el norte los límites del área de dominio del Buffel. Hacia zonas frías y secas, ahora el área con potencial de establecimiento de la especie es mucho mayor. Recientemente, la variedad "Frio", la cual procede de una selección de 45-cromosomas (ecotipo pentaploide), fue liberada en el 2005 (Hussey y Burson, 2005), a través del USDA y de la Estación Experimental de Agricultura en Texas, para su evaluación en la región norte de México.

Requerimientos de Buffel

Suelos

Buffel se adapta mejor a terrenos planos con lomeríos suaves, suelos profundos de buen drenaje y textura entre arenosa y franca. Generalmente, no se desarrolla, ni se establece en suelos arcillosos, salinos, poco profundos o demasiado rocosos y con deficiencias de Ca. En este tipo de suelos la planta tiene problemas para persistir. Tampoco se adapta a suelos arcillosos de mal drenaje (Ibarra *et al.*, 1991), los cuales son muy dañinos para esta gramínea, aunque la semilla germina bien, la superficie dura (costra), impide la emergencia de las plántulas (Wilson, 1961; Wilson, 1964). Los suelos arcillosos, al hincharse con la humedad y agrietarse al secarse, estrangulan y rompen las raíces de plántulas. Otro problema de este tipo de suelos lo provoca la gran cantidad de terrones. Además de esto, las aristas elongadas o "barbas" de la semilla impiden el pleno semilla-matriz de suelo (Cavaye, 1988). Aunque Buffel crece y se establece, por períodos cortos, en casi todo tipo de suelo y texturas, persiste preferentemente en suelos con textura: Arena Migajonosa, Migajón Arenoso, Migajón, Migajón Areno-Arcilloso, Arcilla Arenosa, y los suelos menos pesados de las texturas Arcillosa, Migajón Arcilloso y Migajón Limoso (Cox *et al.*, 1988; Ibarra *et al.*, 1991).

Los suelos ideales para establecimiento, persistencia y dispersión de Buffel poseen las siguientes características: 1) Contenido de arena varía del 60 al 90%; 2) La suma de limo y arcilla siempre menor a 50%; 3) El N total y C orgánico menores de 0.2 y 2.0%, respectivamente; 4) pH de 6 a 9; 5) Capacidad de intercambio catiónico de 12 a 35 cmol_ckg⁻¹; 6) sales solubles totales menores a 2000 ppm; 7) El P disponible de 1 a 22 ppm; 8) El Ca

disponible de 1,804 a 13,026 ppm y 9) El K, Mg y Na disponibles fluctúan de 39 a 1, 369 ppm (Ibarra, 1994; Ibarra *et al.*, 1995).

Clima

En México, las regiones donde Buffel persiste y coloniza áreas vecinas no sembradas, presentan las siguientes características: 1) Precipitación total de 300 a 600 mm (11.8 a 23.6 pulgadas); 2) Precipitación de verano de 250 a 550 mm (9.8 a 21.6 pulgadas) y 3) Precipitación de invierno inferior a 200 mm (7.9 pulgadas). Bajo otras condiciones, su adaptación y persistencia se reducen y generalmente no se dispersa o muere (Ibarra, 1994).

En Estados Unidos, Australia, África e India, Buffel se encuentra en zonas con 200 a 1,250 mm de lluvia, aunque las mejores áreas se encuentran en regiones con 300 a 850 milímetros (Humphrey, 1967; Paull y Lee, 1978; Cavaye, 1991; Donaldson, 1992; Pandeya y Lieth, 1993). En zonas con menos de 300 mm de lluvia anual, es muy riesgoso el éxito de Buffel y no es recomendable sembrar en éstas. La inseguridad de la lluvia y alto riesgo de deterioro del suelo lo exigen (Navarro, 1988). Bajo estas condiciones, prácticas de captación y conservación de agua podrían ser la única alternativa para el establecimiento de la planta. La temperatura media que requiere Buffel para su establecimiento es de 18 y 35°C y 25°C como óptima (Cox *et al.*, 1988). En áreas adecuadas para Buffel, el período libre de heladas es mayor a 340 días y la temperatura mínima promedio en el mes más frío desde 5.5 a 13°C. La planta tiene altos riesgos de mortalidad en áreas donde la temperatura mínima promedio en el mes más frío es menor de 5°C (Ibarra, 1994). Buffel tiene baja tolerancia a heladas (Cota y Johnson, 1975) su adaptación se limita a regiones con inviernos no muy fríos, heladas de baja intensidad y poca duración (Ibarra *et al.*, 1991; Bashaw, 1985). En áreas con inviernos severos la sobrevivencia es errática y la producción muy pobre. La mayoría de las plantas nuevas mueren desde la raíz cada 1 ó 2 años. También los rebrotes de plantas maduras mueren por heladas y la producción se reduce drásticamente. En zonas de inviernos ligeros y heladas menos frecuentes la planta no muere desde la raíz, muere su follaje y puede rebrotar de la base cuando la humedad y temperatura lo permiten.

La elevación sobre el nivel del mar está muy relacionada con la temperatura ambiente, lo que delimita las áreas de siembra de Buffel. En Sonora, la altitud límite recomendada para el establecimiento es aproximadamente de 900m; en Texas llega hasta 200 m; en el Desierto Chihuahuense en México hasta altitudes de 1500m, aunque se desarrolla mejor hasta 1000m y en regiones ecuatoriales de Sudamérica, África e India hasta los 1,500m (Ibarra *et al.*, 1991). Sin embargo, la altitud no está relacionada con variables como latitud y efecto de exposición al viento y sol. Además, el establecimiento depende considerablemente del tipo de suelo: textura, materia orgánica, nitrógeno y otros nutrientes (Ibarra *et al.*, 1991) también son muy importantes. Se adapta bien en suelos con pH de 7 a 8 pero puede crecer en suelos con pH de 5.5 (Skerman y Riveros, 1990).

Importancia en el Uso de Buffel

Buffel se ha venido utilizando de diversas formas en los lugares donde se ha establecido a nivel mundial (Cox *et al.*, 1988; Hanselka, 1988; Ibarra *et al.*, 1999; Cavaye, 1991; Cox *et al.*, 1991; Ibarra *et al.*, 2004). Es la especie nativa mas importante en África, donde se usa principalmente como forraje para bovinos, ovinos, caprinos, entre otros y también provee habitat para especies de aves y fauna silvestre. Se han establecido praderas en varios continentes: África (Donaldson 1992), Australia (Cavaye, 1991), Norteamérica (Ibarra *et al.* 1995), Sudamérica (Simpson y Fretes, 1972; Wick *et al.*, 2001) y Asia (Khan, 1971).

También se utiliza para estabilización de áreas desmontadas, ribereñas y barrancos. En Australia, Buffel se siembra en barrancos profundos producidos en minas para reducir la erosión (Carrol y Tucker, 2000). Para estabilizar dunas (Singh y Rathod, 2002) y control de pérdidas por escurrimiento de agua y suelo. En franjas ayuda a evitar formación de surcos o galerías donde se pierde el suelo; además, se ha utilizado heno como mantillo para reducir erosión, pérdida de agua y nutrientes, en las capas superficiales del suelo (Ibarra *et al.*, 1995).

Siembra

Es muy importante la intensidad con que se remueve o pulveriza el suelo. El objetivo es romper el suelo duro hacerlo suave y fácil de desmenuzar; la germinación y emergencia de plántulas depende de esto. Suelos mal trabajados son compactos, lo que afecta germinación, emergencia y desarrollo radical (Paull y Lee, 1978). La preparación de la cama de siembra puede hacerse al tiempo del clareo parcial de arbustivas o en franjas en el agostadero. Puede utilizarse arado cortador de raíces, arado y/o rastra de discos, poceadora, arado subsoleador y rastra de rieles, entre otras. Cualquier implemento que proporcione fácil emergencia y buen establecimiento de plántula es el adecuado. Una vez elegida la maquinaria, se recomienda trabajarla en sentido perpendicular a la pendiente del terreno. Deben hacerse curvas de nivel o “bolseo”, para captar escurrerías y aumentar humedad, principalmente en lugares baja y errática precipitación. La rastra de discos es muy utilizada; con ésta, se puede preparar la cama y sembrar simultáneamente. Este implemento es rápido y económico; además, permite sortear herbáceas altas e intersembrar, el pasto, en claros del agostadero; la desventaja, es que en suelo compactado y pedregoso, prepara camas de siembra pobres o superficiales, situación que restringe el establecimiento de Buffel a corto plazo. Así, su uso se limita a suelos no compactados y relativamente libres de roca (Ibarra *et al.*, 2002; Ibarra *et al.*, 2004).

Las camas de siembra demasiado pulverizada son costosas y exponen subsuelo, enterrando el suelo fértil. La semilla corre el riesgo de ser depositada a mayor profundidad a la recomendada. El suelo arcilloso y compacto requiere de un trabajo más esmerado que los suelos arenosos desmenuzables (friables). Una cama de siembra con superficie de suelo rugoso o disperejo es mejor que una con superficie plana, debido a que tales rugosidades captan agua y el suelo permanece húmedo por más tiempo (Ibarra *et al.*, 1995). Esto no debe ser confundido con cama irregular o mal acabada. En camas de siembra mal terminadas, el Buffel se establece pobremente. Igual en suelos “terronudos” y con roca superficial, así como en suelos excesivamente pulverizados (Cavaye, 1988; Cavaye, 1991). Buffel coloniza preferentemente suelos arenosos, donde existe una fuente segura de semilla para su dispersión. Por esta razón, es muy importante intersembrar Buffel para crear la fuente de semilla necesaria. Con el tiempo, el ganado, viento, lluvia y otros animales ayudan a su dispersión en el agostadero (Ibarra *et al.*, 1994). Contrariamente, el sobrepastoreo reduce la producción de semilla y su dispersión natural se hace más lenta.

El arado desenraizador o rastra ligera de discos son suficientes en un suelo arenoso no compactado y pueden resultar inapropiadas para terreno arcilloso o compactado, porque la profundidad lograda puede ser inadecuada. En terreno arcilloso y duro, debe subsolearse para romper capas compactas que obstruyen el movimiento del agua. Esta práctica incrementa la infiltración de agua en el suelo y estimula el desarrollo de las raíces. El suelo arenoso no compactado requiere camas de siembra sencillas. En Sonora, el paso de bulldozer sobre la semilla ha bastado para establecer Buffel adecuadamente; sin embargo debe tenerse cuidado, ya que existen suelos arenosos, suaves superficialmente, con capas de suelo compacto entre los 10 y 40cm de profundidad. Aunque el Buffel puede establecerse, finalmente muere porque se inhibe el adecuado de desarrollo de raíces. Situación que ha causado serios fracasos en el

establecimiento de Buffel en Sonora (Ibarra *et al.*, 1990a). El fuego puede ser utilizado para preparar la cama de siembra (Paull y Lee, 1978). Sembrar sobre cenizas de arbustos del “desmonte” ha dado buenos resultados en el establecimiento de Buffel en Australia (Cavaye, 1991). Esta práctica remueve parcialmente la superficie del suelo, reduce competencia y propicia alta fertilidad del suelo. Se recomienda quema en áreas desmontadas antes de las lluvias de verano.

Métodos de siembra

Buffel puede sembrarse de varias maneras: 1) Manualmente (voleo); 2) Con equipo terrestre (sembradoras); 3) Con equipo aéreo (avión) y 4) Una combinación de las anteriores. El método depende de: 1) Superficie a sembrar; 2) Topografía; 3) Tiempo para la siembra y 4) Disponibilidad y costo de mano de obra y equipo (De León, 1977; Ayers, 1981). Sembrar "al voleo", la forma más común para dispersar semilla de Buffel, consiste en distribuir manualmente la semilla sobre la cama de siembra; es económico y rápido cuando existe mano de obra barata y abundante, pero requiere supervisión para la distribución adecuada de ésta. La siembra con maquinaria puede hacerse con sembradora de algodón o una fertilizadora. Una sembradora de granos pequeños también puede utilizarse. Enganchar la sembradora atrás del implemento que prepara la cama permite preparar y sembrar al mismo tiempo. Es difícil sembrar Buffel con sembradoras convencionales: las barbas de la semilla provocan atascamientos en las ranuras o tubos de salida de éstas. Para evitarlo, la sembradora necesita agitadores o revolvedores que mantengan la semilla en movimiento (Cavaye, 1991). Para la siembra aérea se usan aviones equipados especialmente para distribuir la semilla de Buffel. Esta técnica ha sido poco usada en México, pero ha dado muy buenos resultados en Australia (Ibarra *et al.*, 1995) Tiene la ventaja de ser efectiva sobre terrenos de topografía irregular, distribuye la semilla homogéneamente y siembra grandes extensiones de terreno en corto tiempo; en un día, pueden sembrarse entre 1,200 y 1,500 hectáreas de agostadero. Para sembrar después de la quema, se debe esperar a que las cenizas se enfríen (2 ó 3 días). Tirada al voleo o con sembradora, la semilla es cubierta por la lluvia y el viento.

Fecha de siembra

La fecha de siembra varía entre regiones. Depende de la cantidad y distribución de la lluvia y la temperatura. También depende de disponibilidad y costo de equipo de desmonte y siembra. Generalmente, la época de siembra más segura en México es al inicio de las lluvias de verano, cuando se recibe la mayor cantidad de lluvias del año: 60-70% del total (Parra *et al.*, 1989; Martín, 1994). En regiones cálidas del área con potencial para Buffel, hay experiencias de siembra exitosa en otoño, en suelos de humedad residual de llanura costera del Pacífico. En el hemisferio Austral, la época de siembra ocurre al estabilizarse las lluvias (Diciembre- Marzo), prefiriéndose la siembra de otoño que ocurre de Febrero a Marzo. Algunos puntos de vista útiles en la definición de la fecha de siembra se explican a continuación.

La siembra muy temprana es riesgosa tanto en época de lluvias de verano como en equipatas (cabañuelas -lluvias de invierno). Si las primeras lluvias son buenas, la germinación y emergencia de planta se inician; pero, la siembra puede fallar si las lluvias se ausentan. La siembra muy tardía durante el verano puede peligrar en regiones frías. Por sembrar tardíamente, las plantas pueden no desarrollarse lo suficiente antes de finalizar las lluvias. Esto pone en desventaja a las plantas, debido a que el escaso crecimiento y sistema radical débil, ocasiona que las plantas no soporten el frío invernal; así, éstas no sobrevivirán hasta las lluvias de verano. En regiones más frías, las cortas épocas de crecimiento, la escasa probabilidad de lluvia y las altas posibilidades de frío intenso, limitan la siembra de Buffel (Paull y Lee, 1978). Por tanto, la siembra del Buffel es menos riesgosa al inicio de las lluvias

de verano. La siembra en cualquier época del año tiene una mejor probabilidad de éxito en áreas cálidas, donde el frío no represente un peligro. Bajo estas condiciones, las posibilidades de éxito son altas y, aunque las lluvias de retrasen, la semilla germinará y las plántulas emergerán cuando la lluvia sea suficiente. Al sembrar Buffel en una época sin lluvias, se pone en peligro la siembra y se expone el suelo a la erosión. Aunque el pasto se establezca, la utilización de la pradera se retrasa uno o dos años. Un establecimiento tardío aumenta el riesgo de invasión de arbustos o plantas no deseables en la pradera.

Densidad de siembra

La densidad de siembra del Buffel en camas de siembra bien preparadas es de 3 kg de semilla pura viable por hectárea (Ibarra *et al.*, 1989b). En camas de siembra pobres o difíciles y en áreas con lluvia limitada, se recomiendan 4 a 5 kg de semilla pura viable por hectárea. Camas de siembra difíciles serían las mal terminadas y las realizadas en suelos someros o pedregosos.

Calidad de semilla

La calidad biológica de semilla determina la cantidad que se debe utilizar a la siembra. Su calidad está definida por el valor de Semilla Pura Viable (SPV), porcentaje de germinación, vigor y pureza física (Ibarra *et al.*, 1989d). La pureza la determina la proporción de granos llenos bien formados de la muestra (semilla limpia). La germinación representa la proporción de semillas vivas listas para germinar normalmente (De León, 1977). El vigor de semilla refleja el comportamiento de la germinación en campo. La SPV en una muestra representa los granos que están llenos, vivos y listos para germinar. Se determina multiplicando el porcentaje de germinación por el porcentaje de pureza y dividiendo el producto entre 100. **Ejemplo:** Se requiere conocer la cantidad de semilla necesaria para una siembra. El laboratorio indica un 60% de germinación y 90% de pureza. La densidad de siembra recomendada es 3 kg de SPV/ha:

$$\text{SPV} = \frac{60 \times 90}{100} = 54\%$$

Sólo 540 g de cada kg de semilla en la muestra es SPV. El resto son semillas inmaduras, incompletas o vanas e impurezas. Calcular la cantidad de semilla comercial a tirar por hectárea, conociendo el porcentaje de SPV, es fácil: únicamente se multiplica la densidad de siembra recomendada por 100 y se divide entre el porcentaje de SPV:

$$\text{Cantidad de semilla comercial a tirar} = \frac{3.0 \times 100}{54} = 5.55 \text{ Kg/ha}$$

La cantidad de semilla comercial a tirar en este caso es de 5.55 kg/ha. Debe utilizarse semilla de buena calidad en la siembra, para asegurar buen establecimiento (De León, 1977; Ibarra *et al.*, 1989c). En ese sentido, no se recomienda sembrar la semilla recién cosechada, ni la cosechada en estado inmaduro porque tienen un porcentaje de germinación muy bajo, generalmente entre 3 y 12%, como resultado de la latencia. Sin embargo, la capacidad germinativa puede incrementarse entre 20 y 80% después del reposo (Wilson, 1961). Por esto, la semilla debe almacenarse entre 6 y 12 meses antes de la siembra (Paull y Lee, 1978; Cavaye, 1988). Buffel común logra su mayor capacidad germinativa entre 6 y 18 meses después de cosechar la semilla. El tiempo de reposo es diferente entre variedades de Buffel; por ello, la capacidad germinativa también cambia según la variedad. Un reposo excesivo de la semilla almacenada también reduce su capacidad de germinación. Por ejemplo, si alcanzó

90% de germinación a 18 meses, en 5 años perderá aproximadamente un 30%; y un 56% más durante los siguientes 3 años de almacenamiento (Brzostowski y Owen, 1966). La semilla cosechada verde tiende a producir carióspsides, o granos, pequeños e incompletos. También presenta de 36 a 60% menor germinación, comparada con semilla madura (Brzostowski y Owen, 1966). Los carióspsides grandes presentan dos ó tres veces más peso y proporcionan hasta 30% mayor germinación que los livianos (Lahiri y Kharabanda, 1961). Las plántulas provenientes de carióspsides grandes tienen mayor reserva nutricional y pueden ser resistentes a clima adverso; por lo tanto, mayores posibilidades de sobrevivencia (Ibarra *et al.*, 1989d).

Profundidad de siembra y tapado de semilla

Varía según tipo de suelo, no debe sobrepasar 1.5cm en suelos arenosos y 0.8cm en arcillosos o pesados (Paull y Lee, 1978; Cavaye, 1991). Este factor es el más difícil de controlar en la práctica. Comunmente, cubrir ligeramente la semilla arroja los mejores resultados. La semilla descubierta es fácilmente acarreada por viento, hormigas o pájaros. Esto puede significar mucha merma, sobre todo cuando se siembra en épocas de riesgo (Paull y Lee, 1978). Así, se recomienda tirar la semilla al voleo y cubrirla con rastra ligera de ramas. El uso de cadenas o pisoteo del ganado también son recomendados. En Sonora, el Buffel se ha establecido bien en la mayoría de predios donde la semilla no se cubre. El viento y la lluvia se encargan de cubrirla. Por un lado, los suelos arenosos favorecen tapado natural de semilla; pero ésto resulta de otros factores, como sembrar dos ó tres veces más semilla de lo recomendado.

Longevidad de la semilla en el suelo

En el suelo, el tiempo de vida de la semilla es mucho más corto que en el almacén (De León, 1977). Esto es debido a factores como radiación solar, temperatura y lluvia, así como insectos y microorganismos del suelo (Winkworth, 1963). De aquí la importancia de utilizar semilla de buena calidad para asegurar el éxito de la siembra. Se estima que la semilla de Buffel permanece viva de dos ó cuatro años en el suelo (Everson, 1988; Silcock y Smith, 1990). La mayor parte de la semilla pierde su viabilidad en 2 años, pero el 10% pueden seguir vivas 4 años después de sembrada (Winkworth, 1971).

Manejo post-establecimiento

Para determinar el establecimiento de la pradera se considera densidad y distribución de plantas, y cobertura basal. Un buen establecimiento ocurre cuando existen de tres a 10 plantas por m² y cobertura basal de 10 a 20%. Inicialmente el número de plantas es alto después de la siembra (50-100 m⁻²), aunque esta densidad se reduce en el tiempo. La cobertura del pasto es baja en praderas recién establecidas, debido al reducido índice de área foliar, se incrementa a medida que las plantas desarrollan área foliar y engrosan el macollo (Ibarra *et al.*, 1995). Después de la siembra, es crucial el manejo de la pradera los primeros dos años, lo que asegurará una pradera productiva; lo anterior, consiste básicamente en pastorear adecuadamente las plantas jóvenes (Ibarra *et al.*, 1988), debido a que las plantas están utilizando fotosíntatos y reservas en crecimiento del aparato fotosintético, raíz, y después flores y semilla. La defoliación y pisoteo excesivo durante esta etapa puede poner en peligro la pradera. La densidad, cobertura y producción de MS se reducen en 20 y 50%. En casos extremos, la pradera puede perderse totalmente. La pradera mal manejada en esta etapa presenta problemas serios y tempranos de invasión de maleza. La humedad y temperatura inciden en la rapidez con la que la pradera juvenil puede pastorearse. Si es un año bueno, la planta enraiza y crece normalmente. Puede pastorearse ligeramente el primer año, terminando el verano, cuando la planta ha producido semilla. Para entonces, la planta ha enviado reservas de nutrientes a la raíz. Cuando ésto ocurre, la planta alcanza 50 cm de altura mínima y soporta la defoliación sin desprenderse de la raíz (Cavaye, 1991). Si el crecimiento es menor por

lluvia escasa, frío, siembra tardía, no debe pastorearse el primer año. El pasto no está bien anclado y el ganado puede arrancar la raíz por el pastoreo (Ibarra, 1990b). Entonces, éste puede ocasionar considerable reducción en densidad de plantas en la pradera. Para evitarlo, el pastoreo debe iniciarse al final del ciclo de crecimiento del siguiente año.

Cuando las plantas han crecido lo suficiente para soportar el pastoreo, éste debe programarse. Debe iniciarse hasta que la semilla de la mayoría de las plantas esté madura. De esta manera, los animales desprenden, dispersan y entierran semilla en el suelo por pisoteo. Esto servirá como banco de semilla. Las plantas tiernas son las más débiles, son también las preferidas por el ganado. Por ésto, se debe cuidar que los animales la utilicen moderadamente (Ibarra, 1990a). Una manera de lograrlo es pastorear con mucho ganado durante poco tiempo y no lo opusto, con lo cual se persiguen los siguientes objetivos: 1) Propiciar impacto animal para resembrar la semilla; 2) Estimular rebrote basal sin sobreutilizar la planta y 3) No pastorear más del 30% del forraje producido en el año. Si después de la siembra ocurren dos años continuos de sequía, Buffel no crece significativamente. Generalmente, la pradera queda plenamente establecida dos años post-siembra. Entonces, puede ser integrada al plan general de manejo del rancho. El manejo y utilización adecuados de la pradera ya establecida maximizan su vida útil y productividad. Conocer la cantidad de forraje en un momento dado, bajo diferentes condiciones climáticas es importante, ya que permite planificar racionalmente la utilización de potreros. Igualmente, orienta sobre la fluctuación de la cantidad y calidad del forraje durante el año (Ibarra, 1990c).

Conocer el rendimiento y fluctuación del crecimiento del Buffel durante el año es esencial para los productores, de esta manera se puede determinar: 1) Capacidad de carga, basada en el forraje disponible en el año (especialmente en meses secos); 2) Sistema de pastoreo adecuado para el rancho y 3) Intensidad de utilización de la pradera, acorde al patrón de crecimiento vegetal; éste a su vez, influenciado por factores ambientales (Martín, 1994). En la región central de Sonora, la precipitación se distribuye principalmente en dos períodos del año: verano e invierno. Del total de la precipitación anual, cerca de 60% ocurre en verano y el 40% restante, durante el invierno (Martín, 1994). El periodo de sequía abarca de enero a junio y acorde a las lluvias de verano, si éstas se atrasan, la sequía puede durar ocho meses o más. Buffel no crece significativamente durante el invierno; sin embargo, la presencia de equipatas, permanecerá verde y productivo, especialmente si el invierno no es extremo (Martín, 1994). Buffel inicia el crecimiento bajo la convergencia de dos condiciones: humedad y una temperatura superior a 15°C (Ibarra *et al.*, 1991) y éste es máximo cuando la temperatura diurna fluctúa de 29 a 35°C y la nocturna de 26 a 30°C (Ivory y Whiteman, 1978). En invierno, la temperatura diurna crítica limitativa del crecimiento, es 12-19°C. Durante la noche es de 2 a 4°C. Cuando éstas permanecen constantes por 10 días, el crecimiento se detiene (Ibarra, 1994; Ivory y Whiteman, 1978).

Buffel inicia rebrote después de la acumulación de 10 a 20 mm de precipitación en el verano, lo que ocurre la primera semana de Julio en el Desierto Chihuahuense y después de la segunda quincena de julio en el Sonorense (Martín, 1994). Cuando la temperatura es mayor a 15°C, comienzan la elongación foliar (CSIRO, 1957; Hoveland, 1953; Ibarra, 1994). Después de 25 ó 27 días, la planta sobrepasa los 50 cm de altura. Buffel crece activamente de mediados del verano hasta entrada el otoño; después, cuando la temperatura desciende, la planta disminuye su crecimiento. Tradicionalmente, la producción forrajera de Buffel se determina cuando éste alcanza el mayor pico de producción, lo que ocurre a mediados del verano y es considerado la producción de forraje total de la planta durante el año (Edwards, 1940; Edwards y Bogdan, 1951; Dabadghao *et al.*, 1973; Holt, 1985). Esta producción de forraje está constituida por tres

componentes básicos: **Material Verde:** componente succulento de la planta; **Material Seco:** entreverado en la planta y de color amarillo y **Material Viejo:** material fibroso y de color grisáceo, adherido a tallos y generalmente se observa en invierno o época seca. Existe otro material no considerado en la producción de forraje total, pero muy importante en la pradera: **Mantillo.** Acumulado en la base de la planta, de color grisáceo oscuro; se compone de hojas, ramas, tallos y semilla desprendida en la pradera. Se denomina **Forraje Aprovechable** al material que los animales consumen (verde y seco). El **Forraje No Aprovechable** es material viejo que no utilizan los animales; no obstante, también se considera dentro de la producción total. El mantillo tampoco es considerado forraje aprovechable. Cabe aclarar que forraje viejo y mantillo constituyen fuente de nutrientes útiles para mantenimiento de la pradera. La proporción de cada uno de estos componentes en la planta es variable a través del año; también cambia entre ciclos y entre praderas, como resultado del clima y del manejo de las mismas (Hyam *et al.*, 1975; Martín e Ibarra, 1995).

La mayor proporción de material seco ocurre al final del verano y principio del otoño, esta proporción disminuye en invierno y primavera. Una insuficiencia de agua en el verano disminuye la producción de forraje verde; éste se transformará en material seco. La planta desarrollará la espiga aceleradamente y en años muy secos, esto ocurre aún a baja altura de planta, mecanismo de perpetuación que Buffel tiene para sobrevivir durante períodos de sequía severa. Así, la planta envía todas sus reservas a la semilla, asegurando supervivencia para el siguiente ciclo (Martín, 1989). Durante el invierno, la planta tiene crecimiento mínimo y puede presentar material verde en la base. En años de inviernos moderados (más de 5°C) y buenas equipatas, Buffel produce abundante forraje verde en la base, lo que puede representar entre 10 y 40% de la producción total (Martín, 1991; Martín, 1994). En años con precipitaciones superiores a 320 mm, el ciclo de producción puede durar hasta 160 días y la pradera producirá el doble o triple de forraje. Por el contrario, si la precipitación anual es menor (235 mm), el ciclo de producción puede reducirse a 40 ó 60 días y Buffel no alcanza altura normal y produce su semilla anticipadamente. Con precipitaciones normales o mayores (320 mm), en la región central de Sonora la producción de forraje total varía de 4 a 6 Ton MS/ha⁻¹. En años con menor precipitación que la media, la producción es de 1.5 a 3 Ton MS/ha⁻¹ (Palomino *et al.*, 1985; Martín, 1994). Esto significa un 50% menos de producción de forraje en años con precipitaciones bajas y mal distribuidas. En el sur del estado, con precipitaciones superiores a los 320 mm al año, la producción de forraje total de un buen año fluctúa entre 10 y 12 Ton M.S./ha (Palomino *et al.*, 1985). La cantidad de forraje verde y seco producida en años con pocas lluvias fluctúa entre 2.5 y 3.5 Ton M.S./ha.

En verano, aproximadamente dos tercios de la producción total de forraje es aprovechable y el resto es no aprovechable. Sin embargo, a medida que la planta va madurando, estas proporciones se invierten. La proporción de material viejo se incrementa rápidamente en praderas con utilización inadecuada. Sobre todo en veranos húmedos, la planta produce más forraje y se propicia acumulación de éste. Gran parte del material verde no utilizado se acumula y, finalizando el verano, se transforma en material seco. A la llegada del otoño cambia a material viejo, duro y fibroso. Así, este material viejo permanece en la planta hasta el siguiente ciclo. Cuando la humedad y temperatura son adecuadas, éste se desprenderá de la planta por efecto de viento, lluvia o pisoteo. Una vez en el suelo, se convertirá en mantillo sufriendo una descomposición durante el verano o la primavera. Si el material viejo llega a constituir más del 65% del forraje total de la planta, tenemos un serio problema: afectará su crecimiento, la calidad y producción de forraje. La acumulación excesiva de forraje no aprovechable inhibe la producción de material verde; además, disminuye la cantidad y la

calidad del forraje producido en la pradera y repercutirá directa y negativamente en el consumo de forraje aprovechable por los animales, afectando su ganancia de peso.

Existen diferentes razones para evitar la sobre-acumulación del materia viejo en la pradera: Los animales no lo consumirán, debido a que no es apetecible, su calidad es mala; los tallos lignificados pueden dañar a los animales cuando traten de consumir el forraje verde entreverado ("Ojo Rosado" en bovinos); se inhibe el crecimiento vegetal, la producción de forraje nuevo y, como consecuencia, las plantas se debilitan y se forman manchones de suelo desnudo. Obviamente, la pradera es menos productiva. La acumulación de material viejo en la planta puede evitarse utilizando adecuadamente el forraje en el verano. Así, la pradera se mantendrá saludable ciclo tras ciclo. El mantillo se puede acumular en primavera ó verano. Su presencia es evidente después de lluvias torrenciales, que lo desprenden de las plantas, el agua lo arrastra, se detiene y amontona en la base de éstas; generalmente, su descomposición es rápida y ocurre al final del verano; debido a una mayor actividad de microorganismos y humedad y temperaturas adecuadas. En ocasiones, este proceso de descomposición es tan rápido que pasa desapercibido (Khan, 1968; Cox, 1984; Cox *et al.*, 1990; Cox, 1991). La cantidad de mantillo orgánico reintegrado al suelo está directamente relacionada con la producción de forraje de cada ciclo. Entre más mantillo se descomponga, más nutrientes se reciclan y hacen disponibles para las plantas (Ibarra *et al.*, 1994). Esta retroalimentación de nutrientes es la más económica para la pradera, de ahí la importancia de su existencia y descomposición (William *et al.*, 1993; NCR, 1994). El mantillo producido es una pequeña fábrica de nitrógeno a largo plazo: puede mantenerse produciendo nutrientes y retroalimentando la pradera sin costo adicional. Sólo requiere un aprovechamiento adecuado del forraje producido en verano. Así, no se tendrá poco mantillo, en años secos, ni de más en años con muchas lluvias. Todo esto equivale a tener un equilibrio entre forraje aprovechable y no aprovechable dentro de una pradera.

Valor nutritivo

La calidad de Buffel está definida por el ambiente (precipitación pluvial y temperatura) y factores de manejo: la parte de la planta que se considere, edad del rebrote, grado y época de utilización (White, 1985a). Generalmente, el contenido proteínico en Buffel aumenta después de las lluvias de verano o invierno. La calidad nutritiva del forraje cambia a través de las diferentes etapas fenológicas: mayor valor al crecimiento activo y menor conforme avanza la maduración del otoño-invierno y en el estiaje (Playne, 1970; White, 1985; Martín, 1991). La concentración de proteína cruda (PC) en Buffel varía de 35 a 190 g kg⁻¹, a través de su ciclo (Martín, 1991). Durante el crecimiento activo, la planta contiene 19% de PC; 10% durante el rebrote; 11% antes de la formación de espiga; 8% a la madurez; y de 2 a 4% durante la época de secas (Hussey, 1985; Ibarra *et al.*, 1987). En la región central de Sonora, la vegetación nativa incluye arbustos y árboles, la cual contiene más PC comparada con Buffel y fluctúa durante el año de 7 y 17%. Buffel alcanza mayor contenido de PC (19%) durante Julio, superando la concentración en la vegetación nativa (17; White, 1985b). Después de las lluvias de verano e invierno, Buffel tiene altos contenidos proteínicos. Estudios realizados en Sonora (1978 a 1980), se muestrearon 30 especies diferentes, con el objetivo de comparar la fluctuación del contenido nutritivo durante las estaciones del año, se evaluaron tres tipos de plantas: pastos nativos, introducidos y árboles-arbustos de ramoneo. La fluctuación de PC fue diferente por estación, tanto para los pastos nativos, introducidos y especies de ramoneo. Estas últimas presentaron, en promedio en el verano, mayor PC (17.7%), en comparación con los pastos nativos e introducidos (9.4 a 9.5%, respectivamente). En otoño, invierno y primavera, el contenido de PC promedio es menor, tanto para gramíneas, arbustos y árboles.

Sin embargo, durante todo el año, los pastos introducidos tienden a presentar valores promedio de PC más altos que los nativos.

En contenido de Ca y P, los arbustos y árboles presentaron mayor concentración en comparación con pastos nativos e introducidos durante las estaciones del año. El valor promedio de Ca para árboles y arbustos fluctuó de 1.8 a 1.9%; para pastos nativos de 0.3 a 0.4%; para introducidos de 0.3 y 0.6% durante el año. El porcentaje de P en arbustos y árboles varió de 3.2 a 4.1%; para pastos nativos fue de 1.2 a 2.2%; y para introducidos de 2 a 2.2% durante el año (Velásquez, 1995). La digestibilidad refleja la cantidad de forraje que los animales asimilan. Buffel presenta su máximo valor de digestibilidad de julio a septiembre, con 51 a 53%; el forraje nativo presenta de 36 a 50%. Durante invierno, otoño y primavera, su digestibilidad disminuye hasta 44-48%, mientras que los árboles y arbustos aumentan su valor de digestibilidad fluctuando de 38 a 56%. El contenido de fibra de Buffel fluctúa de 73% a 81% al crecimiento y madurez, valor mayor que aquél de arbustos y árboles, que presentan de 64 a 72%, en los mismos períodos (Martín e Ibarra, 1995). Cuando las lluvias se atrasan también se reduce la concentración de proteína, digestibilidad y fibra (White, 1985). Buffel puede incrementar su capacidad de carga y la producción animal. Sin embargo, la deficiencia de proteínas durante la época seca hace necesario el uso de la suplementación proteínica para satisfacer requerimientos animal. Con la suplementación se promueve que los animales utilicen eficientemente el pasto. El contenido proteínico de Buffel, en época seca, es tan bajo como 4% y su digestibilidad se ve afectada; como consecuencia, se provoca reducción del consumo de forraje (Gómez, 1990).

Existen diferentes prácticas de manejo de la pradera mediante las cuales se puede incrementar el contenido proteínico y la digestibilidad: quema, chapeo, subsoleo, fertilización o su combinación (Ibarra *et al.*, 1987). Sin embargo dependen de época y clima al momento de su aplicación. La quema se recomienda con excesiva acumulación de material viejo, fibroso y duro. En el centro y sur de Sonora, Buffel incrementó de 1 al 3% el contenido de PC en el forraje y, colateralmente, la cantidad de forraje aprovechable de 6 a 15%. El follaje de Buffel en áreas quemadas puede contener el doble de P en comparación con áreas no quemadas (0.21 vs. 0.11%). El contenido de K, por lo general, suficiente en forraje nativo, no es influenciado por la quema, similarmente al contenido de Ca (Martín, 1989). Al crecimiento, floración y madurez, la PC es mayor en áreas quemadas respecto a las chapeadas y testigo. Los mayores incrementos nutricionales del follaje en Buffel expuesto a fuego se obtienen el primer verano post-quema. Las cenizas en áreas quemadas son extremadamente ricas en minerales. Con chapeo y subsoleo se incrementa la PC en Buffel, de 1 a 2.5%, el primer verano posterior a su aplicación (Parra *et al.*, 1985). Fertilizar con N y P incrementa de 4 a 8% el contenido de PC del forraje; sin embargo, esta práctica es poco usada en Buffel y agostaderos por su alto costo (Martín, 1989) y esta práctica esta condicionada por las lluvias.

Utilización del forraje

Establecer praderas de Buffel implica elevada inversión; por lo tanto, es importante utilizarlas bien y evitar su deterioro. En predios de Buffel se observa sobrecarga y deterioro de la productividad, al igual que en pastizales nativos y como consecuencia de mal manejo del pastoreo. El grado de utilización es la porción de producción anual de pasto que el ganado consume. Utilizar la pradera adecuadamente significa permitir máxima producción pecuaria sin deteriorar su productividad. Lo recomendable es permitir al ganado consumir el 50% de la producción anual del pasto (CIPES, 1978).

Carga animal

Los factores asociados con el pastoreo son intensidad y frecuencia de defoliación. Intensidad es la proporción de material vegetativo removido al utilizar la planta. Frecuencia es el número de veces que una planta es consumida en un ciclo de pastoreo. El efecto de ambos factores depende de la carga, duración e intervalo entre pastoreos (Ibarra, 1990b). Buffel puede tolerar pastoreo intensivo, pero requiere un período post-pastoreo, de descanso para recuperarse y mantener su productividad. Durante el pastoreo, debe evitarse que la planta sea consumida a menos de 15cm de altura, a menor altura las plantas tardan más tiempo en recuperarse. Utilizar la pradera frecuentemente con intervalos de descanso debilita a las plantas, provocando reducción del rendimiento de forraje e induce muerte de plantas. Por el contrario, pastoreo moderado, con períodos adecuados de descanso permite su recuperación, lo que da oportunidad al máximo aprovechamiento del forraje y que la remoción de hojas no detrimento la condición de la pradera (Hanselka, 1994). Estudios realizados en el centro de Sonora determinaron el efecto de diferentes intensidades de pastoreo en praderas de Buffel sobre el comportamiento productivo de bovinos (CIPES, 1978). Durante dos años, se evaluaron diferentes cargas de ganado bovino. El estudio determinó la respuesta productiva del ganado en función de fertilidad y kilogramos de becerro producidos (Cuadro 1). El ganado tuvo mejor condición corporal a carga moderada y baja (4 y 6 ha/UA). Se consiguen mejores valores de preñez y peso al destete, lo que se atribuyó a disponibilidad de forraje, menor al utilizar carga más alta (2 ha/U.A.). Una de las decisiones más importantes para un ganadero es determinar la carga animal adecuada para su pradera. Esta debe basarse en promedios de producción forrajera en años secos y debe ser flexible para ajustarla cuando no hay crecimiento vegetal y monitoreada continuamente, para lograr su mejor condición. La producción de forraje varía entre años buenos, regulares y malos. Una buena medida es pastorear con 80% del promedio de ganado que puede mantenerse regularmente. Así, en un año malo, no se eliminan animales ni gasta en pastura de emergencia. Por otra parte, si el año es mejor, se puede adquirir y alimentar becerros o vacas cargadas. Al terminar el ciclo anual, este ganado extra se vende. El ganadero debe saber que las diversas clases de ganado requieren diferentes cantidades de forraje para ser productivas (Cuadro 2). También debe saber que esto incide directamente en la utilización de la pradera.

Cuadro 1. Efecto de diferentes intensidades de pastoreo en praderas de pasto Buffel sobre el comportamiento productivo de bovinos, en Carbó, Sonora (CIPES, 1978).

PARAMETROS	2 ha/U.A.*	4 ha/U.A.	6 ha/U.A.
Porcentaje de Preñez	62	94	80
Kg de Becerro/ha**	57	49	27
Ganancia Diaria de Vacas del parto al Destete (g)	281	353	372
Peso al Destete ajustado a 205 días (Kg)	183	206	207
<i>*/ hectáreas por unidad animal</i>	<i>**/ calculado</i>		

Cuadro 2. Necesidades Alimenticias Diarias de Varias Clases de Ganado Bovino Productor de Carne. Fuente: N.R.C. 1976.

ANIMALES	M.S.* (kg/d)	P.C.** (kg/d)	T.N.D.*** (%)
Vacas (450 Kg)			
Amamantando	9.3	0.855	52
Gestantes	6.7	0.359	52
Vaquillas (350)	8.1	0.770	74
Becerras de Repasto	5.7	0.610	63
Toros (600 Kg)	12.0	1.056	61

*MS= *Materia seca*. **PC= *Proteína cruda*; ***TND.= *Total de Nutrientes Digestibles*.

Buffel representa una manera de aumentar la capacidad de carga en pequeñas superficies de explotación ganadera (Cuadro 3). Los datos manejados se mejoran sustancialmente con mejores parámetros de hato y si se aplica un sistema que permita a la pradera y al agostadero aumentar su capacidad de carga. En una pradera establecida y capacidad de carga definida, es posible incrementar ésta, extendiendo el área sembrada. La pradera de vegetación nativa puede incrementar su capacidad de carga sembrando Buffel en 2.5% de su superficie. Con esto, su capacidad de carga sube de 300 a 375 UA y con 5 ó 10% de superficie, se aumenta su capacidad hasta 450-600 UA (Rethman, 1994). Existen recomendaciones y esquemas de pastoreo para optimizar el aprovechamiento del forraje sin daño a la condición de la vegetación. El productor puede escoger el sistema que se adapte a su capacidad de inversión: equipo, mano de obra, topografía, tipo de vegetación y producción forrajera.

Sistemas de pastoreo

Todos los sistemas presentan un cierto grado de flexibilidad que facilita su utilización. Un sistema de pastoreo es el manejo del ganado bajo un plan definido. Contempla, indudablemente, una utilización adecuada del agostadero, que permita a las especies forrajeras un período de recuperación. Esto permitirá la conservación y el mejoramiento del recurso. El éxito de un sistema de pastoreo radica principalmente en tres puntos: Utilizar una carga adecuada; proporcionar períodos de descanso en la época apropiada para que las plantas se recuperen y produzcan semilla y flexibilidad en el manejo, adaptándolo a las condiciones específicas del rancho.

Cuadro 3. Beneficios a la producción ganadera por siembra de Buffel en varias proporciones.

Vacas No.	Agostadero has	Buffel has	Porcentaje de Buffel en El Rancho	Becerras (No./Año)	Becerras (Kg/Ha)
100	1800	0	0	75	7.08
125	1710	90	5	94	8.85
150	1620	180	10	112	10.58
175	1530	270	15	131	12.37
200	1440	360	20	150	14.17

Supuestos: Capacidad de carga (agostadero nativo)=18 ha/UA; Capacidad carga (pradera Buffel)=3ha/UA; Becerras destetados (\bar{x})=75%. Peso al destete (\bar{x})=170 kg.

Distribuyendo bebederos, saladeros y suplementaderos en los potreros, se puede uniformizar el pastoreo y reducir piotas (áreas de castigo). Es importante considerar que casi todos los sistemas de pastoreo pueden establecerse con los potreros existentes en el rancho, aunque algunos requieren número mínimo de potreros. Un sistema de pastoreo puede ser continuo o

rotacional y tener combinaciones de períodos de pastoreo y descanso, épocas de pastoreo, superficie, número de potreros y carga animal. Los sistemas comunes en praderas de Buffel incluyen: pastoreo continuo, rotacional, rotacional diferido, de corta duración rotacional, del mejor potrero, entre otros (Ibarra *et al.*, 1987a; Ibarra, 1990a)

Integración de las praderas de pasto Buffel a la actividad productiva del rancho

La Integración de áreas con pasto Buffel en el manejo del rancho, depende de su proporción con relación a la superficie total del predio. Buffel puede utilizarse para mantener el hato base durante el año ó para propósitos específicos como utilización en épocas: crecimiento de vaquillas de reemplazo, empadre, pariciones, crecimiento de toretes, entre otros (CIPES, 1978; Cajal y Zambrano, 1979; Salcedo y Rodríguez, 1979; Cañez *et al.*, 1982; Cajal *et al.*, 1987; Ibarra *et al.*, 1987b).

Mejoramiento y mantenimiento de la pradera

Las praderas de Buffel en Sonora presentan problemas de deterioro (Johnson y Navarro, 1992). Las principales causas incluyen, en esencia, tres: Sobre y subutilización de la pradera con ganado en forma continua; selección errónea del sitio para la pradera de Buffel y, aumento en densidad de plantas arbustivas de bajo potencial forrajero. En consecuencia, se observan problemas de erosión, alta densidad de arbustos, baja productividad e infestación de insectos. El sobrepastoreo se debe a un manejo inadecuado del ganado en relación al forraje disponible. Los síntomas de sobrepastoreo incluyen: menor densidad (cobertura basal) y baja producción de forraje y semilla. E. incremento de áreas con suelo desnudo provoca erosión y menor infiltración de agua y un aumento en la densidad de plantas de bajo valor forrajero. Varias razones generan sub-utilización, entre las relevantes: escasez o mala distribución de, descanso prolongado de la pradera, pobre infraestructura y tamaño inadecuado de la pradera. Tanto el sobrepastoreo como la subutilización de la pradera provocan daños ecológicos y económicos: Erosión, menor cantidad y calidad de forraje, menor productividad animal ocurren por mal manejo. Debe considerarse la diversidad intra e inter-predios al momento de decidir cuál práctica de rehabilitación o mantenimiento aplicar. Cualquiera que se elija deberá orientarse a aumentar la producción y ayudar al sostenimiento de los recursos vegetales.

Control de plantas indeseables

En la pradera existen diferentes especies arbustivas, algunas de ellas complementan positivamente la dieta del ganado, haciéndola nutritiva y variable en calidad y distribución temporal; sin embargo, existen especies que, a altas densidades, dificultan considerablemente el aprovechamiento de Buffel. En esta situación éstas arbustivas se consideran como plantas indeseables. Algunas de las especies arbustivas representan un problema a alta densidad (Cuadro 4). Existen métodos para controlar la densidad de arbustos: manuales, mecánicos, pírnicos, químicos, biológicos (pastoreo diferenciado y/o dirigido) y combinaciones de algunos de éstos. El método a utilizar está determinado por topografía, planta problema, densidad, y cobertura de Buffel. Además, costo y disponibilidad de equipo (Vallentine, 1974; Ibarra *et al.*, 1987a; Martín, 1989; Ibarra *et al.*, 1989a; Ibarra *et al.*, 1989b; Miranda, 1990).

Cuadro 4. Especies arbustivas invasoras que causan problemas de baja productividad en praderas de Buffel, en Sonora (Ibarra *et al.*, 1987b; Ibarra *et al.*, 1989c).

Nombre Común	Nombre Científico
Rama Blanca	<i>Encelia farinosa</i>
Chírahui	<i>Acacia cochliacantha</i>
Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>
Uña de Gato	<i>Mimosa laxiflora</i>
Romerillo	<i>Baccharis sarothroides</i>
Gobernadora o Hediondilla	<i>Larrea tridentata</i>
Chicura	<i>Ambrosia ambrosioides</i>
Pintapan	<i>Abutilon pringlei</i>
Choya	<i>Opuntia spp</i>
Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>

Plagas

Mosca Pinta

Mosca pinta o "salivazo" (*Aeneolamia albofasciata* Lallemand) es un insecto picador chupador que se alimenta de la savia del Buffel (Martín *et al.*, 1988). El ataque de este insecto a praderas de Buffel se reportó por primera vez en Sonora en 1981. Fue hasta 1984 que empezó a causar daños económicos a la ganadería, al reducir la producción forrajera (Martin e Ibarra, 1991). Los factores climáticos determinantes incluyen temperatura, precipitación y humedad relativa y los de la pradera incluyen: amacollamiento, acumulación de follaje y mantillo. En años secos, el insecto se observa en manchones en la pradera, en áreas de mal drenaje, los cuales sirven como foco de infestación, sitios que sirven como sitios de persistencia de la plaga. El ciclo de vida de la mosca pinta comprende tres estados de desarrollo: huevecillo, ninfa y adulto (López, 1984). Los huevecillos miden 0.8 mm de largo aproximadamente; permanecen a 1 cm de profundidad en el suelo, en la parte basal de las cepas (Martin e Ibarra, 1991). Las ninfas tienen cinco etapas de desarrollo; se cubren por secreción espumosa, con apariencia de saliva, que las protege del sol y enemigos naturales. Esta secreción crea un ambiente adecuado para su desarrollo. La presencia de ninfas depende de la distribución y cantidad de lluvias. Con 60mm o más durante 3 ó 5 días seguidos, las ninfas eclosionan 9 ó 10 días después. Si igual cantidad de lluvia se acumula durante 10 días, las ninfas aparecerán 15 días después. Posteriormente, se presenta el adulto de forma oval y color oscuro con bandas transversales anaranjadas. Cuando las ninfas eclosionan, succionan savia de la parte basal de la planta. Cuando su población es alta, toda la parte aérea del pasto presenta aspecto descolorido. El insecto adulto, además de alimentarse de savia, secreta sustancias oxidantes dañinas a la planta y su efecto se observa en el sitio de picadura, en forma de punto amarillo. Generalmente, estos puntos aumentan de tamaño y gradualmente cambian a un color café oscuro. Es posible lograr la recuperación de la pradera de Buffel infestada mediante la eliminación de factores que la propician: eliminar el forraje, promoviendo la entrada de luz solar y reduciendo temperatura y humedad favorables al desarrollo del insecto (Miranda *et al.*, 1988) e incluyen: quema prescrita (Cazares *et al.*, 1989; Miranda *et al.*, 1988; Martín e Ibarra, 1991), control químico (Cazares, 1988; Cazares *et al.*, 1989; Martin, 1988), pastoreo intenso y dirigido (Coronado, 1978; Martin *et al.*, 1988), corte mecánico (Martin *et al.*, 1988), atrayentes (Martin *et al.*, 1989a) y pastos tolerantes (Martin *et al.*, 1989b). La elección depende de: grado de infestación del insecto, su distribución en la pradera; estadio medio de desarrollo, condiciones ambientales, cantidad de forraje presente y disponibilidad-costo de mano de obra. Similarmente, supervisión de un especialista para definir método y condiciones de control.

Experiencias regionales

El crecimiento de la planta está influenciado por composición de la pradera, precipitación y es altamente variable entre ecotipos, regiones y años. La cobertura basal varía de 1.5 a 120 cm²/planta en agostadero y riego, puede alcanzar coberturas basales totales de hasta 25% en praderas maduras bien establecidas. La producción de semilla es diferente entre ecotipos y varía de 10 a 150 kg/ha en agostaderos y de 150 a 500 kg/ha, en riego y varias cosechas. La semilla se cosecha manualmente durante el otoño. La producción de forraje varía de 1.5 a 8.0 ton de M.S./ha/año bajo condiciones de agostadero y entre 8 y 15 ton M.S./ha/año con cuatro a cinco cortes, en riego. Buffel produce tres a 10 veces más forraje seco anualmente en comparación con pastos nativos en agostadero (Martín e Ibarra, 1995; Martin *et al.*, 1995; Hanselka, *et al.*, 2004). Su mecanismo de invasión es su alto potencial de producción de semilla, que es dispersada por viento, agua de escurrimiento, aves, consumida y transportada por ganado y fauna silvestre hacia áreas no sembradas. En el noroeste de México, la mayoría de los ganaderos piensan que los pastos exóticos son un acierto para la ganadería al incremento del potencial de producción de carne en la región. Buffel ha significado para la ganadería sonorensis la transformación y evolución más trascendente del siglo, al establecerlo en regiones que han sido propicias para su desarrollo, ya que terrenos con baja productividad, de poco valor y que requerían de grandes extensiones para desarrollar ganadería se han convertido, gracias a él, en ranchos fértiles, productivos y sobre todo con amplios beneficios para los productores (Acedo, 1995).

En Sonora, conscientes del riesgo en la reducción de la biodiversidad y con fin conservacionista de los recursos naturales, las técnicas de siembra se han modificado, prohibiendo desmontes totales, promoviendo intersiembras de Buffel en el agostadero, considerando el uso de prácticas de retención de agua y siembra de especies forrajeras arbustivas y arbóreas para ganado y fauna silvestre (Johnson, 1990; Ibarra, 1990b; Johnson, 1991; Velarde, 1991; Ibarra y Martin, 1995; Ibarra *et al.*, 1999; SEMARNAT, 2001; Ibarra *et al.*, 2007). La mayoría de los productores, siembran Buffel en áreas deterioradas para cubrir suelo y reducir su pérdida por erosión. Una buena cubierta vegetal protege al suelo y reduce erosión (Beyers, 2004; Pimentel *et al.*, 1995; Valentin *et al.*, 2005). De acuerdo con Perramond (2000), pasto Buffel puede ser una cubierta de suelo efectiva y la erosión del suelo resulta peligrosa en praderas recién establecidas. Las prácticas más usadas han sido siembra en franjas, bordos o zanjas trazados sobre curvas a nivel, en pozas, después del rastreo y roturación del suelo con rodillo aereador (Martin e Ibarra, 2002; Ibarra *et al.*, 2002; Ibarra *et al.*, 2004; Ibarra *et al.*, 2007).

De acuerdo con Martin *et al.* (1995) e Ibarra *et al.* (2007), la producción promedio anual de forraje en base seca de una pradera de Buffel en condición buena en la zona central de Sonora (320 mm de precipitación promedio anual) es de 1.2 a 1.8 ton/ha. La capacidad de carga animal en esta zona es de 4 ha/U.A. en condición excelente, 6 en buena, 9 en regular y más de 12 ha/U.A. en praderas en condición pobre. Se requieren de 15 a 80 ha de matorrales para mantener una vaca anualmente (27 ha promedio) y la producción anual de carne de becerro varía de 13.75 a 41.2 kg/ha en praderas de Buffel en condición pobre y excelente y de 2.1 a 11.0 (4.5 kg/ha en promedio) en matorrales sin zacates exóticos (CIPES, 1978; Ibarra *et al.*, 2005; Ibarra *et al.*, 2007; Ibarra *et al.*, 2011). Se debe ser precavido con disturbios mecánicos, fuego y descanso excesivo del pastoreo como factores que promuevan la reproducción y el desplazamiento potencial de pastos exóticos. ¿Por qué no se está haciendo algo al respecto? Posiblemente, faltan manejadores de agostaderos que apliquen conocimiento de prácticas de manejo de ganado, que utilicen y pongan en práctica conocimientos básicos de dinámica de

poblaciones vegetales, para estimular a las nativas y detener o reducir el avance de las exóticas hacia áreas menos deseadas.

Comentarios Finales

Para los agostaderos degradados de Sonora, no existen muchas opciones de manejo debido a las condiciones áridas en las que se encuentran ubicados: precipitación baja y errática y temperaturas extremas, no permite desarrollar empresas exitosas de pastoreo sin considerar la rehabilitación con especies vegetales que toleren y se desarrollen destacadamente bajo estas condiciones. Rehabilitar estos agostaderos dedicados para la producción bovina y/o fauna silvestre mediante la siembra de especies resistentes a estas condiciones extremas, en muchos casos pastos exóticos, ha sido una buena opción. Lo anterior, debido a las condiciones perturbadas a las que las especies nativas no responden destacadamente.

En agostaderos que presentan sitios con vegetación nativa, de alta diversidad de especies de fauna silvestre, no se recomienda introducir pastos exóticos, siempre y cuando el objetivo sea el mantener y conservar la vida silvestre. En México y especialmente Sonora, la mayoría de los agostaderos han sufrido algún disturbio por la mano del hombre y se han utilizado las especies exóticas para manejarlos y recuperarlos, por lo que se recomienda utilizar un plan de manejo integral para mantener las condiciones adecuadas de los agostaderos.

Literatura Citada

- Agostinim H. J. J., J. A. Morales, and D. Enkerlin. 1981. Rendimiento y calidad de dos híbridos de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*) dañados por diferentes poblaciones del complejo mosca pinta (*Aeneolamia albofasciata*) y (*Prosapia simulans*). *Revista Agronomía* 200:42-47.
- Ayersa, H.R. 1981. El Buffelgrass: Utilidad y manejo de una promisorio gramínea. Editorial Hemisferio Sur, S.A., Buenos Aires Argentina. 139p.
- Acedo, V. H. 1995. Presentación de la Guía práctica, p. 7 *In: PATROCIPES* (Ed.), Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate Buffel. Hermosillo, Sonora, México.
- Bashaw, E.C. 1962. Apomixis and sexuality in Buffelgrass. *Crop. Sci.* 2:412-415.
- Bashaw, E.C. 1985. Buffelgrass origins, p. 6-8. *In: Runge E.C.A. and J.L. Schuster* (Eds.), *Buffelgrass: Adaptation, Management and Forage Quality Symposium*. Tex. Agr. Exp. Sta. MP-1575. College Station, TX.
- Bashaw, E. C., and K. W. Hignight. 1990. Gene transfer in apomictic Buffelgrass through fertilization of an unreduced egg. *Crop Sci.* 30:571-575.
- Beyers, J. L. 2004. Postfire seeding for erosion control. Effectiveness and impacts on native plant communities. *Conservation Biology* 18(4):947-956.
- Bogdan, A. V. 1977. *Tropical pastures and fodders plants*. Longman, New York.
- Brzostowski, H.W., and M.A. Owen. 1966. Production and germination capacity of Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) seeds. *Trop. Agrig. Trin.* 43:1-10.
- Cajal, M.C., M. Molina G. y R. Gómez A. 1987. Suplementación de vaquillas con diferentes tipos de proteína pastoreando zacate Buffel. *Memorias Día del Ganadero*. Centro de Investigaciones Pecuarías del Estado de Sonora. INIFAP-SARH-GOB. EDO. SON.-UGRS. p. 52-59.
- Cajal, M.C., y R. Zambrano G. 1979. Crecimiento de bovinos recién destetados en praderas de zacate Buffel. *memorias día de campo*. Abril de 1979. Centro de Investigaciones pecuarías del Estado de Sonora. INIP-SARH-GOB.EDO. SON.-UGRS. p. 44-48.
- Cáñez, H.C., R. Gómez, A., G. Llamas L., A. Zapien y C. Servín E. 1982. Alternativas para el crecimiento de vaquillas durante la época de secas en el Estado de Sonora. *Avances de Investigación Pecuaria en el Estado de Sonora*. Centro de Investigaciones Pecuarías del Estado de Sonora. CIPES-INIP-SARH-GOB.EDO.SON.-UGRS. p. 68-71.
- Cavaye, J.M. 1988. Buffelgrass basics. *Qld. Agr. J.* 13:69-72.
- Cavaye, J. 1991. *The Buffel book. a guide to Buffelgrass pasture development in Queensland*. Qld. Dep. of Primary Industries. Brisbane, Australia. 43p.
- Carroll, C., and A. Tucker. 2000. Effects of pastures cover soil erosion and water quality on central Queensland coal mine rehabilitation. *Tropical Grassland*. 34:254-262.

- Cázares, de H.O. 1988. Influencia de la mosca pinta *Aeneolamia albofasciata* (Lall). (*Homoptera:Cercopidae*) en praderas de Buffel (*Cenchrus ciliaris* (L) Link) bajo algunas condiciones de manejo del pastizal en Carbó, Sonora. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L. 92pp.
- Cázares, de H. L., F. Ibarra F. y M. Martín. 1989. Prueba de tres insecticidas para el control de ninfas de mosca pinta en praderas de zacate Buffel. Investigación Pecuaria en el Estado de Sonora. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. INIFAP-SARH-GOB.EDO.SON-UGRS. p. 109-112.
- CIPES, 1978. Manejo de pastizales y su importancia en la producción de carne en el estado de Sonora. Memorias del Día de Campo. Abril de 1978. CIPES-INIFAP-SARH., Gobierno del Estado de Sonora., UGRS. 64-73p.
- Clayton, W. D., and S. A. Renvoize. 1986. Genera graminum: Grasses of the world. Royal Botanical Gardens. Kew, London.
- Coronado, P.R. 1978. Memorias de la Campaña contra la Mosca Pinta. Dirección General de Sanidad Vegetal. SARH. 126pp.
- Correl, D. S. and M. C. Johnson. 1970. Manual of the vascular plant of Texas. Texas Res. Foundation, Renner.
- Cota, A. y D. Johnson. 1975. Adaptación y producción de diez zacates perennes en Sonora. Boletín Pastizales CI-MP-001. Chihuahua, Chihuahua, México.
- Cox, J. R. 1984. Shoot production and biomass transfer of big sacaton (*Sporobolus wrightii*). J. Range Manage. 37:377-380.
- Cox, J.R. 1991. El zacate Buffel: Historia y establecimiento, un acercamiento internacional para seleccionar sitios de siembra e implicaciones en la agricultura del futuro, p. 60-66. En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez (Eds.), Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Simposium Internacional. Séptimo congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Ciudad Victoria, Tamp. México.
- Cox, J.R., M. H. Martín-R, F. A. Ibarra-F., J. H. Fourie, N. F. G. Rethman and D. G. Wilcox. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African Grasses. J. Range Manage. 41:127139.
- Cox, J. R., G. B. Ruyle, and B. A. Roundy. 1990. Lehmann lovegrass in southeastern Arizona: Biomasa production and disappearance. J. Range Manage. 43:373-372.
- CSIRO. 1957. Buffelgrass. Rural Research. Australia 19:28-29.
- Dabadghao, P. M., R. O. Roy and S. P. Marwaha. 1973. The effect of interval and intensity of defoliation on the dry matter production of some important grass species of western Rajasthan. Ann. Arid Zone 12:18.
- De León, G. R. 1977. Zacate Buffel: Algunas consideraciones técnicas para la producción de semilla. PRONASE, SARH, México. 35pp.
- Donaldson, C. H. 1992. Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* cv. Molopo). Farming in South Africa. Pretoria, Republic of South Africa. p. 1-7.
- Ebersohn, J. P. 1970. Herbage production from native grasses and sown pastures in southwest Queensland. Trop. Grassl. 4:37-41.
- Edwards, D. C. 1940. Pasture and fodder grasses of Kenya. The East Afr. Agri. J. 6:248-256.
- Edwards, D. C. and A. V. Bogdan. 1951. Important grassland plant of Kenya, Nairobi. Sir Isaac Pitman and Sons. London. Melbourne Johannesburg. 69pp.
- Everson, C. 1988. Buffelgrass in western Queensland. Farm Note PM8801002. Queensland, Australia. 5 pp.
- Fisher, W. D., E. C. Bashaw, and E. C. Holt. 1954. Evidence for apomixes in *Pennisetum ciliaris* and *Cenchrus setigerus*. Agron. J. 46:401-404.
- Franklin, K. A., K. Lyons., P. L. Nagler., D. Lampkin, E. P. Glenn., F. Molina-Freaner, T. Markow, and A.R. Huete. 2006. Buffelgrass (*Pennisetum ciliare*) land conversion and productivity in the plains of Sonora, Mexico. Biological Conservation 127:62-71.
- Gould, F. W. 1975. The grasses of Texas. Texas A&M Univ. Press, Colleague Station.
- Gómez, A. R. 1990. Valor nutricional de las plantas y prácticas de suplementación. Memorias de los festejos conmemorativos del 20 aniversario del CIPES. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. PATROCIPES-INIFAP-SARH-GOB. EDO. SON.- UGRS. p. 127-131.
- Hanselka, C. W. 1988. Buffelgrass-South Texas wonder grass. Rangelands 10(6):279-281.
- Hanselka, C.W. 1994. Experiencia de rancheros con el establecimiento, manejo y utilización del zacate Buffel en Norteamérica. Conferencia presentada en el Simposio Internacional sobre zacate Buffel. Hermosillo, Sonora, México
- Hanselka, C. W., M. A. Hussey and F. Ibarra F. 2004. Chapter 13 Buffelgrass, p 477-502. In: Warm season (C₄) grasses. Agronomy Monograph no. 45. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.
- Harlan, J. R. 1971. Agricultural origins: Centers and non centers. Science 174: 468-474.**
- Hatch, S. L. y M. A. Hussey 1991. Origen, taxonomía y oportunidades de mejorar genética del zacate Buffel y especies afines, p. 3-13. En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez (Eds.), Aprovechamiento Integral

- del Zacate Buffel. Simposium Internacional. Séptimo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Cd. Victoria, Tamps. México.
- Hignight, K. W., E. C. Bashaw, and M. A. Hussey. 1991. Cytological and morphological diversity in apomictic Buffelgrass. *Bot. Gaz. Chicago*. 152:214-218
- Holt, E.C. 1985. Buffelgrass-A Brief History, p. 1-5 *In: Runge E.C.A. and J.L. Schuster (Eds.), Buffelgrass: Adaptation, Management and Forage Quality Symposium. Tex. Agr. Exp. Sta. MP-1575. College Station, TX.*
- Hoveland, C.S. 1953. Perennial Warm-season grasses give varying results in Texas. *Seed World* 73:14-16.
- Humphreys, L. R. 1967. Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) in Australia. *Trop. Grassl.* 1:123-134.
- Hussey, M. A. 1985. Buffelgrass breeding and evaluation for south Texas, p. 9-12. *In: Runge E. C. A. and J. L. Schuster (Eds.). Buffelgrass: Adaptation, Management and Forage Quality Symposium. Tex. Agr. Exp. Sta. MP-1575. College Station. TX.*
- Hussey, M. A., and B. L. Burson. 2005. Registration of "frio" Buffelgrass. *Crop Science*. 45:411-412
- Hussey, M. A. y E. C. Bashaw. 1990. Avances en el mejoramiento genético del zacate Buffel. Memorias de la IV Conferencia Internacional de Ganadería Tropical. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, México. pp. 12-15.**
- Hyam, G. F. S., A. H. Pendris, J. J. Coetzee and G. W. E. Pitout. 1975. The development of production systems for beef animals on *Cenchrus ciliaris* pastures. *Procc. Grassl. Soc. South Afr.* 10:167-197.
- Ibarra, F. F. 1990a. Logros de la investigación del CIPES en las áreas de Manejo de pastizales, Nutrición en agostadero y Forrajes de riego. *Revista Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del estado de Sonora. Hermosillo, Sonora, México* 30(6):4-18.
- Ibarra, F. F. 1990b. Importancia de los sistemas de pastoreo. *Memorias de los Festejos Conmemorativos del 21 Aniversario del CIPES. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. INIFAP-SARH, GOB. EDO. SON., UGRS. Hermosillo, Son.*
- Ibarra, F. F. A. 1990c. Logros de la investigación del CIPES en 20 años en las áreas de manejo de pastizales, nutrición en agostadero y forrajes de riego. *Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora.* 30:4-18.
- Ibarra-F. F. A. 1994. A comparison of climatic and edaphic conditions at Buffelgrass seeding sites in north America and at seed collection sites in Africa. Ph. D. Dissertation. Utah State University, Logan, Utah. 109 pp.
- Ibarra, F. F., J. R. Cox y M. Martín, R. 1991. Efecto del suelo y clima en el establecimiento y persistencia del zacate Buffel en México y sur de Texas, p. 14-28. *En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez (Eds.), Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Simposium Internacional. Séptimo congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales, SOMMAP. Cd. Victoria, Tamps, México.*
- Ibarra-Flores, F., J. R. Cox., M. Martin-Rivera, T. A. Crowl., B. E. Norton., R. E. Banner and R. W. Miller. 1999. Soil physicochemical changes following Buffelgrass establishment in Mexico. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 13:39-52.
- Ibarra, F. F., J. R. Cox., M. H. Martin., T. A. Crowl and C. A. Call. 1995. Predicting Buffelgrass survival across a geographical and environmental gradient. *J. Range Manage.* 48(1):53-59.
- Ibarra-F. F. A., J. R. Cox., M. H. Martín-R., T. A. Crowl., D. F. Post., R. W. Miller and G. A. Rassmussen. 1995. Relationship between Buffelgrass survival, organic carbon and soil color in Mexico. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59(4):1120-1125.
- Ibarra, F. F. y M. Martín R. 1995. Capítulo II Establecimiento del zacate, p. 15-30. *En: PATROCIPES (Ed.), Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate Buffel. Hermosillo, Sonora, México.*
- Ibarra, F. F., M. H. Martin R., y A. Peinado B. 2007. Capacidad de carga en praderas de zacate Buffel en Sonora. *Fichas Tecnológicas INIFAP. Centro de Investigaciones Regionales del Noroeste. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora, México.* 63-64p.
- Ibarra, F. F., M. Martin R., C. Cajal M., G. Lizárraga del C., E. Gastélum P., M. Sau N., y M. Velázquez A. 1987a. Importancia del Buffel en el aprovechamiento del pastizal nativo y recomendaciones para su establecimiento y manejo derivado de la investigación regional, p. 96-122. *En: Banamex (Ed.), IV Simposio Internacional de Ganadería. Hermosillo, Sonora, México.*
- Ibarra, F. F., M. H. Martin y F. Ramírez, M. 2004. El subsoleo como práctica de rehabilitación de praderas de zacate Buffel en condición regular en la región central de Sonora, México. *Técnica Pecuaria México.* 42(1):1-16.
- Ibarra, F. F., M. H. Martin R y H. A. Aguayo A. 2002. Use el rodillo aereador para rehabilitar praderas. *Revista Rancho. PATROCIPES. Hermosillo, Sonora, México.* 11-13p.
- Ibarra, F. F., M. Martín R., y J. R. Cox. 1994. Influencia del clima y suelo sobre el establecimiento y persistencia del zacate Buffel. *Conferencia presentada en el Simposio Internacional sobre zacate Buffel. Hermosillo, Sonora, México.*

- Ibarra, F. F., M. Martín, J. R. Cox, H. L. Morton, M. Silva y O. Cázares. 1989a. Efecto del fuego planeado en praderas de zacate Buffel invadidas por arbustos. Investigación pecuaria en el Estado de Sonora. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. INIFAP-SARH-GOB.EDO.SON-UGRS. p. 93-97.
- Ibarra, F.F., M.H. Martín R. y L. Carrillo M. 1989b. ¿Por qué es importante la semilla? Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 24:4-7.
- Ibarra, F., M. Martín, M. Silva, J. Carranza, M. Parra y R. Torres. 1989c. Alternativas de control de rama blanca en praderas de zacate Buffel. Investigación Pecuaria en el Estado de Sonora. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. INIFAP-SARH-GOB.EDO.SON.-UGRS. p. 82-86.
- Ibarra, F. F. A., M. Martín R. y M. Silva O. 1989d. No tire más semilla de Buffel de la debida. Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 19:2-4
- Ibarra, F. F., M. H. Martín y M. F. Silva. 1987b. ¿Qué es un sistema de pastoreo? Bol. Rancho. Vol. 5 No. 33. PATROCIPES-SARH-GOB. EDO.SON.-UGRS.
- Ibarra, F. F., M. Martín R., S. Moreno M., F. Denogean B., y R. Retes López. 2011. ¿Qué tan eficientes somos para producir becerros en los ranchos?. México Ganadero No. 545. Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas. México, D. F. 46-48p.
- Ibarra, F. F. A., O. Cázares de H. y M. Martín R. 1988. Utilización y conservación de praderas de zacate Buffel. Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 14:9-36.
- Ibarra, F. F., S. Moreno M., M. Martín R., F. Denogean B., y L. E. Gerlach B. 2005. La siembra del zacate Buffel como una alternativa para incrementar la rentabilidad de los ranchos ganaderos de la sierra de Sonora. Técnica Pecuaria en México. 43(2):173-183.
- Ivory, D. A. and P. C. Whiteman. 1978. Effect of temperature on growth of five subtropical grasses. I. Effect of day and night temperature on growth and morphological development. Aust. J. Plant Physiol. 5:131-148.
- Johnson, G. D. 1990. Impacto ecológico del pastoreo del ganado sobre los recursos naturales de los agostaderos. Revista Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del estado de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. 30(6):21-27.
- Johnson, G. D. 1991. Las praderas de temporal y el manejo de los recursos naturales del agostadero. Revista Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del estado de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. 32(2):13-15.
- Johnson, G. D. y A. Navarro C. 1992. Zacate Buffel y biodiversidad en el desierto sonorense. Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 36:5-7.
- Khan, Ch. M. A. 1968. Clipping studies and ecological observation on *Cenchrus ciliaris* and *Elyonurus birsutus* in Pakistán. Wyoming Range Manage. 251:5-25.
- Khan, C. M. A. 1971. Rainfall pattern and montly forage yield in Thal ranges of Pakistan. J. Range Mange. 24:66-70
- Khan, M. F., D. M. Anderson, M. I. Nutkani, and N. M. Butt. 1999. Preliminary results from reseeding degraded Dera Ghazi Khan rangeland to improve small ruminant production in Pakistan. Small Ruminant Research. 32(1): 43-49.
- Lahiri, A. N. and B. C. Kharabanda. 1961. Dimorphic seeds in some arid zone grasses and the significance of growth differences in their seedings. Sci. and Cult. 27:448-450.
- LeHoérou, H. N. 1985. Forage and fuel plants in the arid zone of North Africa, the Near and Midle East. In: G. E. Wakens, J. R. Goodin, and D. V. Field (eds.) Plant for arid lands. George Allen & Unwin (publishers). London. pp 117-141.**
- López, C. A. 1984. Identificación, Distribución Importancia Económica y Potencialidad del complejo mosca pinta en las praderas de pasto Buffel en la región de Hermosillo, Sonora. Tesis Licenciatura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Div. Cienc. Agrop. y Marit. Monterrey, N.L. 138 pp.
- Martín, R. M. 1991. Manejo integral de praderas de zacate Buffel y su importancia en los agostaderos. Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 32:23-25.
- Martín-R, M. H. 1994. The effects of climate and spittlebug (*Aeneolamia albofasciata*) on Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) productivity in the Sonoran Desert. Ph. D. Dissertation. Utah State University, Logan, Utah.
- Martín, R. M. (Compilador). 1989. Manejo de Pastizales. 20 años de Investigación pecuaria en el CIPES. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. PATROCIPES-INIFAP-SARH. GOB. EDO. SON.-UGRS. p.36-63.
- Martín, R. M. H. y F. Ibarra F. 1991. Tolerancia del zacate Buffel a insectos y enfermedades p. 29-41. En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez (Eds.), Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Symposium Internacional. Séptimo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Cd. Victoria, Tamps. México.

- Martin, R. M. H. y F. Ibarra F. 1995. Capítulo III Productividad y calidad forrajera, p. 31-40. En: PATROCIPES (Ed.), Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate Buffel. Hermosillo, Sonora, México.
- Martin, R. M. H. y F. Ibarra F. 2002. Agua - No deje que se escurra - practique la cosecha de agua en agostaderos. Revista Rancho. PATROCIPES. Hermosillo, Sonora, México. 4-6p.
- Martin, R. M., y F. Ibarra F. 2007. Obras de captación de agua para el establecimiento de arbustos forrajeros. Fichas Tecnológicas INIFAP. Centro de Investigaciones Regionales del Noroeste. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora, México. 53-54p.
- Martín, R. M., F. Ibarra F., H. Miranda Z., y O. Cázares de H. 1988. Diferentes alternativas para el control de mosca pinta. Resúmenes. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México 1988. México, D. F. p. 110.
- Martin, R. M. H., J. R. Cox and F. Ibarra F. 1995. Climatic effects on Buffelgrass productivity in the Sonoran Desert. *J. Range Manage.* 48(1):60-63.
- Martín, M., O. Cázares, F. Ibarra. 1989a. Evaluación de Trampas de luz para determinar la presencia de mosca pinta en praderas de zacate Buffel. Investigación Pecuaria en el Estado de Sonora. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. INIFAP-SARH-GOB.EDO.SON.-UGRS. p. 117-120.
- Martín, M., O. Cázares, F. Ibarra y M. Silva. 1989b. Prueba de seis líneas de zacate Buffel para la evaluación de su resistencia a la mosca pinta. Investigación Pecuaria en el Estado de Sonora. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. INIFAP-SARH-GOB.EDO.SON.-UGRS. p. 122-124.
- Miranda, Z. H. 1990. Métodos de control de plantas indeseables en praderas de zacate Buffel y vegetación nativa. Memorias de los Festejos Conmemorativos del 20 aniversario del CIPES. INIFAP-SARH-GOB.EDO.SON.-UGRS. p. 138-146
- Miranda, Z. H., M. H. Martín R., F. Ibarra F., y O. Cázares de H. 1988. Efecto de quemas de verano en Buffel para el control de mosca pinta. Resumen. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México 1988. México, D.F. p. 110.
- Molina, S. I., T. R. Torres. 1976. Producción de carne en guinea y Buffel con dos dosis de fertilización durante un año en Tizimin, Yucatán, Técnica Pecuaria en México. 31:17-21
- National Research Council (NRC). 1976. Nutrient requirements of domestic animals. No. 4. Nutrient requirements of beef cattle. Fifth revised ed. National Academy of Sciences. National Research Council. Washington, D.C.
- National Research Council (NRC). 1994. Rangeland Health. New methods to classify, inventory, and monitor rangelands. National Academy Press. Washington, D.C.
- Navarro, C. A. 1988. Áreas en el estado de Sonora con potencial para praderas de temporal. Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 18:18-23.
- Palomino, C. V., M. Silva y F. Ramírez. 1985. Prueba de adaptación de veinte líneas de Buffel [*Cenchrus ciliaris* (L) Link] en regiones cálidas de Sonora. Avances de Investigación Pecuaria del Estado de Sonora 83-84. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. INIFAP-SARH-GOB. EDO. SON., UGRS. p. 29-33.
- Pandeya, S. C., and H. Lieth. 1993. Ecology of *Cenchrus* grass complex. Environmental conditions and population differences in Western India. Kluwer Academic Pub., Dordrecht, The Netherlands.
- Parra, M. A., F. Ramírez, J. A. Becerra y V. M. del Cid. 1985. Efecto de la quema, chapeo y subsoleo en praderas de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Avances de Investigación Pecuaria en el Estado de Sonora. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. INIFAP-SARH-GOB. EDO.SON.-UGRS. p. 15.19.
- Parra, M., F. Ramírez y M. Silva. 1989. Comparación de diferentes fechas y densidades de siembra de zacate Buffel bajo condiciones de temporal en el centro de Sonora. Investigación Pecuaria en el Estado de Sonora. CIPES-INIFAP-SARH, GOB. EDO. SON., UGRS. p. 51-55.
- Paull, C. J. and G. R. Lee. 1978. Buffelgrass in Queensland Advisory Leaflet No. 1447. División of Plant Industry. Dep. of Primary Industries. Queensland, Australia. 20 pp.
- Perramond, E. P. 2000. A Preliminary Analysis of Soil Erosion and Buffelgrass in Sonora, Mexico. From the Field. Department of Geography & Environmental Science. Stetson University. Deland, FL, USA. 15p.
- Pimentel, D., C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kuntz, M. McNair, S. Crist, L. Shpritz, L. Fitton, R. Saffouri and R. Blair. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267(5201):1117-1123.
- Playne, M. J. 1970. Differences in the nutritional value of three cuts of Buffelgrass for sheep and cattle. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 8:511-512.
- Ramírez, L. R. G., A. Enríquez, M. y F. Lozano G. 2011. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate Buffel y nueve zacates nativos del NE de México. *Ciencia.* 4(3):314-321.
- Rao, A. S., K. Singh y J. R. Wight. 1996. Productivity of *Cenchrus ciliaris* in relation to rainfall and fertilization. *J. Range Manage.* 49:143 -146.

- Rethman, N. F. G. 1994. Manejo y utilización del zacate Buffel. Experiencias con productores de Africa del Sur. Conferencia presentada en el Simposium Internacional sobre zacate Buffel. Hermosillo, Sonora, México.
- SAGARPA. 2012. Estadística de praderas de Buffel y otros pastos. Informe Interno. Secretaria de Agricultura, Ganadería Recursos Hidráulicos Pesca y Alimentación. Hermosillo, Sonora, México.
- Salcedo, M. E., y O. L. Rodríguez R. 1979. Sistemas de producción. Centro de Investigaciones Pecuarías del Estado de Sonora. p. 5-9.
- SEMARNAT, 2001. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial mexicana NOM-020-SEMARNAT-2001 que establece los procedimientos y lineamientos que deberán observar para la rehabilitación, mejoramiento y conservación de los terrenos forestales de pastoreo. Diario Oficial de la Federación 10 de diciembre de 2001.
- Savidan, Y. H. 1991. Germoplasma de palntas forrajeras tropicales: Técnicas modernas de evaluación. In: J. Pérez P. y J. G. Herrera H. (eds.) Evaluación de praderas tropicales. Memorias del Seminario Internacional. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp. 1-20.**
- Silcock, R. G. and F. T. Smith. 1990. Viable seed retention under field conditions by Western Queensland pasture species. *Trop. Grassl.* 24:65-74.
- Simpson, J. and R. Fretes. 1972. An economic evaluation of Buffelgrass in Paraguay. *J. Range Manage.* 25:261-266.
- Singh, G. and T. Rathod. 2002. Plant growth biomass production, and soil water dynamics in a shifting dune of Indian desert. *For. Ecol. Manage.* 171:309-320.
- Skerman, P. J., and F. Riveros. 1990. Tropical grasses. FAO, Roma.
- Snyder, L.A., A. R. Hernandez, and H. E. Warmke. 1955. The mechanism of apomixis in *Pennisetum ciliaris*. *Bot. Gaz. Chicago.* 116:209-221.
- Valentin, C., J. Poesen and L. Yong. 2005. Gully erosion: Impacts, factors and control. *Catena* 63:132-153.
- Vallentine, J. F. 1974. Range Development and Improvements. Brigham Young University Press. Provo, Utah. USA.
- Velarde, G. J. E. 1991. Ganadería diversificada: Algunas consideraciones sobre la ley de equilibrio ecológico para el estado de Sonora. *Revista Fomento Ganadero.* Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del estado de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. 31(1):18-19.
- Velásquez, C. J. 1995. Importancia de las arbustivas forrajeras del estado de Sonora. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora.
- Voigt, P. W. y R. S. MacLauchlan, 1985. Native and other western grasses. In: M. E. Heath, R. F. Barnes, and D. S. Metcalfe (eds.) Forages: The science of grassland agriculture. Iowa State University Press. pp. 177-187.**
- Weston, E. J., J. Harbison, K. M. Rosenthal, M. A. McCafferty and V. M. Keleher. 1984. Potential Distribution of Major Commercial Crop, Grass and Legume Species in Queensland. Queensland Department of Primary Industries Land. Research Bulletin QV84001.
- White, L. M. 1985a. Stand age, precipitation, and temperatures effects on forage yields. *J. Range Manage.* 38:39-43.
- White, L. D. 1985b. Nutritional value of common Buffelgrass, p. 13-24. *In: Runge E. C. A. and J. L. Schuster (Eds.): Buffelgrass: Adaptation, Management and Forage Quality Symposium. Tex. Agr. Exp. Sta. MP1575. College Station, TX.*
- Wick, B., H. Tiessen, and R. Menezes. 2000. Land quality changes following the conversion of the natural vegetation into silvo-pastoral system in semi-arid northeast Brazil. *Plant Soil.* 222:59-71.
- Wilson, R. G. 1961. Sowing pastures in Southwest Queensland. *Qld. Agr. J.* 87:214-224.
- Wilson, R. G. 1964. Ploughing Buffel seedbeds on hard soils. *Qld. Agr. J.* 90:286-288.
- Williams, W. D., S. M. McGinn and J. F. Dormaar. 1993. Influence of litter on herbage production in the mixed prairie. *J. Range Manage.* 46:320-324.
- Winkworth, R.E. 1963. The germination of Buffelgrass seed after burial in a central Australian soil. *Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb.* 3:326-328.
- Winkworth, R. E. 1971. Longevity of Buffelgrass seed sown in an arid Australian range. *J. Range Manage.* 24:141-145.
- Wipff, J. K. 2001. Nomenclatural changes in *Pennisetum* (Poaceae:Paniceae). *Sida.* 19:523-530

GRAMÍNEAS INTRODUCIDAS: IMPORTANCIA E IMPACTO EN ECOSISTEMAS GANADEROS DE MÉXICO

Bothriochloa pertusa (L.) A. Camus. Pasto Carretero

Rubén Darío Garza Cedillo

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIRNE, Carr. Matamoros-Reynosa, CP 88900, Cd. Río Bravo, Tamps.

Introducción

El sobrepastoreo en praderas y agostaderos, debido a la alta carga animal, han propiciado las condiciones óptimas para la invasión de plantas indeseables de menor valor forrajero que las comúnmente utilizadas por el ganado (Martínez *et al.*, 1997), como el caso del pasto Carretero *Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus. Las especies invasoras se han convertido en un problema en muchas áreas nativas y cultivadas, lo que reduce la diversidad de plantas y el hábitat de vida silvestre y eficientemente compiten con gramíneas perennes cultivadas de mayor valor forrajero y productivas para la ganadería. Aún cuando muchas especies invasoras han sido introducidas para mejorar la productividad del agostadero, en varios casos se han convertido en problema, debido a agresividad, menor valor y preferencia por el ganado.

La base alimenticia de la ganadería bajo pastoreo en Tamaulipas, México se compone principalmente de pastos nativos y perennes introducidos. Algunos de los más comunes incluyen Estrella Africana (*Cynodon nlemfuencis* Vanderyst), Guinea (*Panicum maximum* Jacq.), Señal (*Brachiaria decumbens* Stapf.), Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.), Bermuda (*Cynodon dactylon* L. Pers.) y Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Aun cuando algunos de éstos son invasores de pastizales nativos, se consideran deseables para el ganado en esta región. Sin embargo, otras especies introducidas de menor valor forrajero, más agresivas pueden infestar praderas, reduciendo su productividad. El ejemplo típico incluye los identificados como "Bluestem del Viejo Mundo", que incluyen Llanos, [*Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng], Kleberg de tallo azul [*Dicanthium annulatum* (Forsk) Stapf.], Europeo de tallo azul [*Bothriochloa caucásica* (Trin.) Hubbard], y Hurricanegrass [*Bothriochloa pertusa* (L.) Camus] entre otros. Las especies invasoras más comunes en Tamaulipas incluyen Tallo azul y Hurricanegrass, conocido localmente como "carretero", debido a que la mayoría de acotamientos carreteros están cubiertas con estas especies (Saldivar, 1992; Ortega *et al.*, 2007).

Origen y Distribución de *Bothriochloa*

La mayor parte de las especies en *Bothriochloa* fueron publicadas por Linneo y Willdenow, bajo *Andropogon* y luego incluidas por Hackel en *Andropogon* L; posteriormente, Kuntze estableció el género *Bothriochloa*, designando a *B. anamitica* Kuntze, como especie tipo (Gould, 1975). Gould (1967) sostiene que *Bothriochloa* muestra relación estrecha con *Dichanthium* y *Capillipedium* Stapf, asiáticos. Se ha citado la existencia de cruzamientos intergenéricos entre *Bothriochloa*, *Capillipedium* y *Dichanthium* (De Wet y Harlan, 1966). A pesar de esto, Gould (1967) reconoce a *Bothriochloa*, considerando como carácter distintivo a nivel género, la presencia de un canal central membranáceo en artejos del raquis y pedicelos.

En América, *Bothriochloa* está ampliamente distribuido en regiones tropicales, subtropicales-templado cálidas de ambos hemisferios, integrado por 12 taxones nativos, cinco taxones nativos con distribución disyunta, cuatro especies endémicas y cuatro taxones introducidos para cultivo y naturalizados. Se excluye de la presente revisión a *Bothriochloa insculpta* (Hochst. ex A. Rich.) A. Camus, especie originaria de África tropical e introducida en América del Sur para cultivo forrajero (Renvoize, 1982). Ha sido hallada, bajo cultivo, sólo en Brasil, Estado de Bahia, Cruz das Almas, donde se la conoce bajo el nombre “Capim azul da Australia”. Esta especie ha sido mencionada también para Hawaii (Rotar, 1968).

Bothriochloa spp., incluye a un grupo de pastos no nativos, perennes, de clima cálido, que han comenzado a establecerse en el centro y sur de la planicies de Norte America (Smith y Knapp, 1999; Grece *et al.* 2002; Harmony y Hickman, 2004). Estos se han introducido de Europa y Asia en los años 1920 (Celarier y Harlan, 1955), debido a su superioridad preferentemente sobre pastos nativos (Coyne y Bradford 1985).

Características Botánicas de *Bothriochloa*

Bothriochloa Kuntze pertenece a la tribu Andropogoneae, subfamilia Panicoideae. Beetle (1983), describe de manera genera *Bothriochloa*: plantas perennes, culmos erectos o decumbentes, inflorescencia: panícula terminal, espiguillas en pocas o muchas ramificaciones primarias espigadas, espiguillas pareadas, una sésil, fértil y aristada, más o menos triangular en el contorno, la otra pedicelada, sin arista, estaminada o estéril; la fértil, produce una sola semilla con aristas en la punta y una perforación en la parte baja de la primera gluma, la pedicelada no produce semilla; apuntaron además que de este género existen aproximadamente 30 especies en los trópicos y subtrópicos del mundo; similarmente, describen a *B. pertusa*: Planta perenne, culmos amacollados de 20 a 60 cm de alto, frecuentemente decumbentes o estoloníferos en la base, hasta de 1m de largo; nudos generalmente glabrescentes a barbados; vainas frecuentemente glabras; lígula una membrana corta y ciliada; láminas por lo general hirsutas, frecuentemente papiloso hispídas, la mayoría de 10 a 20 cm de largo por 2 a 5 mm de ancho; láminas superiores muy reducidas; panículas exertas, de 2 a 7cm de largo; por lo general, con 2 a 7 ramas laxas y erectas, en su mayoría de 2.5 a 6cm de largo, sobre un eje más corto y simples o raramente con ramificación secundaria; espiguilla sésil, espiguilla pedicelada neutra, tan larga como la sésil pero generalmente más angosta; primera gluma de la espiguilla sésil, brillante, pilosa en el dorso bajo la parte media, con una concavidad crateriforme profunda.

La clasificación taxonómica del pasto *Bothriochloa* es la siguiente:

Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Tribu	Andropogoneae
Subtribu	Andropogoninae
Genero	<i>Bothriochloa</i>
Especie	<i>pertusa</i> (L.) Camus

Especies de *Bothriochloa*

Bothriochloa comprende cerca de 35 especies en el mundo (Watson y Dallwitz, 1992); para América, se reconocen 22, dos subespecies y una variedad. Algunas poseen importancia económica, como *Bothriochloa bladhii* (WW B-Dahl), la cual es una gramínea que provee forraje de buena digestibilidad, alto contenido proteico y alta preferencia animal (Avila *et al.*, 2005). Celarier y Harlan (1955), señalan que introducciones de especies de *Bothriochloa* registradas recientemente fueron en el Hemisferio Oeste en 1894 y en USA en 1917, respectivamente. Las variedades introducidas incluyen varios pastos de verano como: 'Caucasian', 'Ganada', 'King Ranch', 'Plains', 'WW-Spar' y 'WW Iron Master'. Caucasian y King Ranch han estado disponibles comercialmente por más de 20 años, mientras Plains, Ganada, WW-Spar y Iron Master fueron liberados posteriormente (OSU, 2004). *Bothriochloa* ha sido señalada como de reproducción sexual y asexual, habiéndose detectado apomixis sólo en especies del Viejo Mundo (Brown y Emery, 1957; Celarier y Harlan, 1957; Harlan *et al.*, 1964) y reproducción estrictamente sexual en algunas especies del Nuevo Mundo (Allred and Gould, 1983).

Descripción de Especies de *Bothriochloa* de Importancia Forrajera en México. A la fecha, se ha desarrollado gran número de variedades en este género, cuya expresión de las características de establecimiento, producción y valor nutritivo permiten la generación de alternativas para los distintos ambientes y sistemas de producción pecuaria. A continuación se presenta una descripción de los aspectos sobresalientes de las variedades de importancia forrajera en México.

***Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng var. *songarica* (Rupr.) Celerier & Harlan**

Variedad del grupo de pastos introducidos comúnmente conocido como Old World Bluestem. Es relativamente lejano del grupo taxonómico King Ranch y las variedades de Caucasian Old World bluestem; perenne, amacollado de crecimiento de verano, con buena productividad, agresividad, persistencia y tolerancia a sequía. Una vez establecido, puede utilizarse como pradera y para conservación de suelos. Sin embargo se ha adaptado particularmente para resiembras (Taliaferro *et al.*, 1972). Presenta culmos amacollados, delgados, rígidamente erectos o decumbentes, algo estoloníferos o rizomatosos cuando se abusa del pastoreo y corte; en su mayoría, de 30 a 50cm de alto u ocasionalmente hasta de más de 1m de largo, en plantas decumbentes o rastreras en la base; nudos glabrescentes o barbados con pelos cortos; vainas glabras; lígula, una membrana corta, truncada, generalmente de 1mm o menos de largo; láminas lineares atenuadas, de 2 a 4 mm de ancho por 4 a 20 cm de largo, las superiores muy reducidas, con frecuencia escasamente hispídas con pelos largos y papilas basales por lo menos cerca de la lígula. Inflorescencia exerta de la vaina superior, casi siempre de 4 a 10cm de largo, con dos a ocho ramas primarias delgadas, cilíndricas bajo las espiguillas, de 3 a 9cm de largo sobre un eje más corto, éstas rara vez ramificadas; entrenudos del raquis de ramas y pedicelos ciliados en los márgenes; los pedicelos, al menos los terminales, con un surco central angosto; espiguillas sésiles de 3 a 4.5mm de largo, ovadas; espiguilla pedicelada estaminada (Fig. 1), sin arista, casi del largo de la espiguilla sésil pero, generalmente más angosta; primera gluma de la espiguilla sésil nunca con concavidad crateriforme o depresión, generalmente escabrosa en los márgenes, glabra pilosa o hispída en el dorso bajo la parte media, aguda; arista de la lema geniculada y enrollada, generalmente de 1 a 1.5cm de largo; $2n = 2x = 20$ ó 25 . Se presenta frecuentemente en el centro-sur de Europa y Asia; introducida a Texas y México; excelente pasto forrajero comúnmente cultivado. Se encuentra distribuida (Fig. 2), principalmente en

los Estados Unidos de America y México, en Campeche, Coahuila, Michoacan, Nayarit, Nuevo Leon, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sonora, Tamaulipas y Yucatan (Dávila *et al.*, 2006).



Figura 1. Espiguillas y/o flósculos de *Bothriochloa ischaemum*, (herbario nacional de semillas de los Estados Unidos de America).

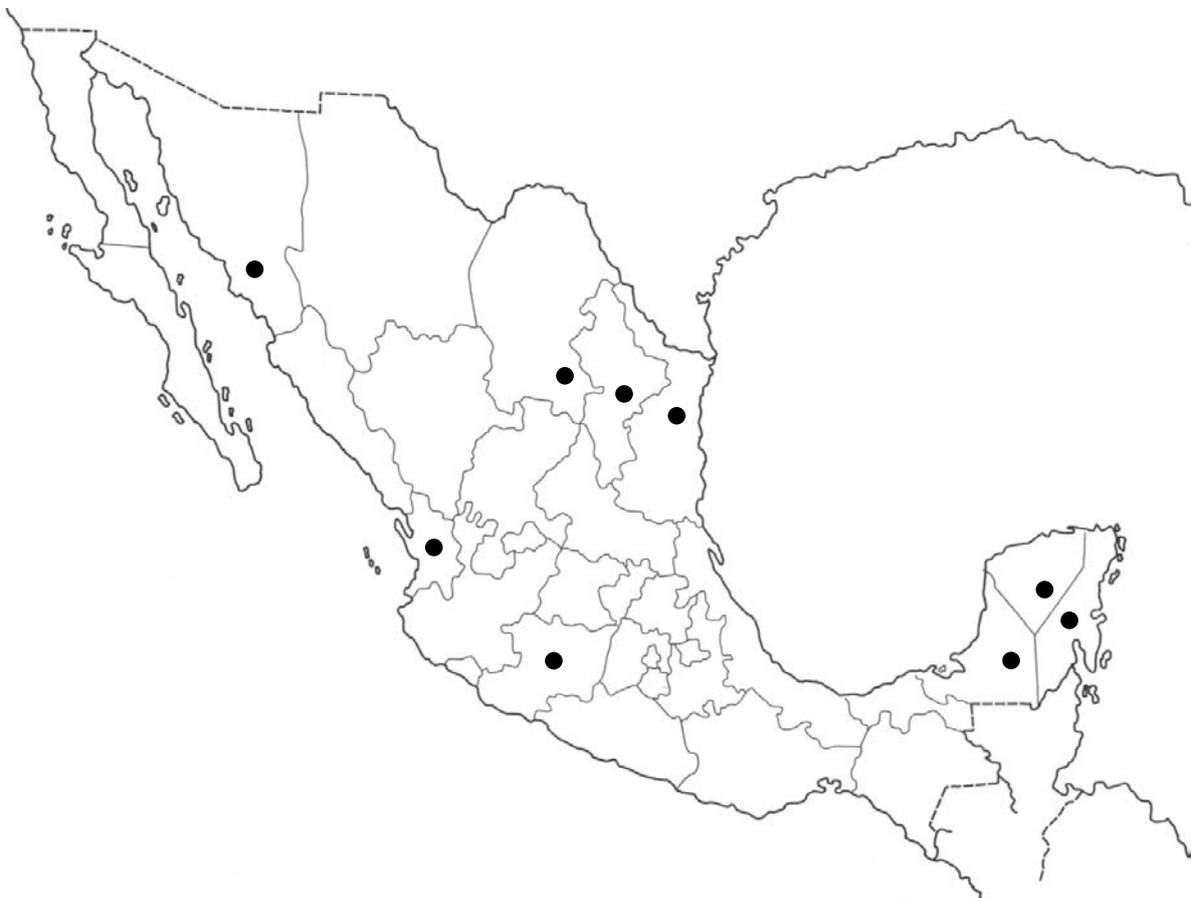


Figura 2. Distribucion de *Bothriochloa ischaemum* en México.

***Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus**

Nativa del trópico de África, Asia y las Islas del Pacífico (De Alba y Gould, 1977), pero puntualizan señalando su origen además de África, India y China. Actualmente, está distribuida mundialmente, ya que se ha comprobado su presencia en Europa sur de Estados Unidos, Centro América, Las Antillas y Sud América (Judd, 1965). Se detectó a principios de la década de 1970, se cree que fue introducida desde el sur de Europa al Caribe y desde allí invadió gran parte de la costa del Golfo de México (De Alba y Gould, 1977). Sin embargo, la mayoría de la población que actualmente invade los pastos nativos e introducidos en la zona, es Klebergtallo azul, nativo de la India, China, África del Norte y Egipto. Crece en grupos y las plantas son erectas y uniformes con la mayoría de las hojas cerca de la base. Numerosos tallos verdes y delgados de 30 pulgadas de largo al color pajizo de la madurez, tienen nudos blancos barbudos e inflorescencias con 2-10 ramas púrpura (Fig. 3).

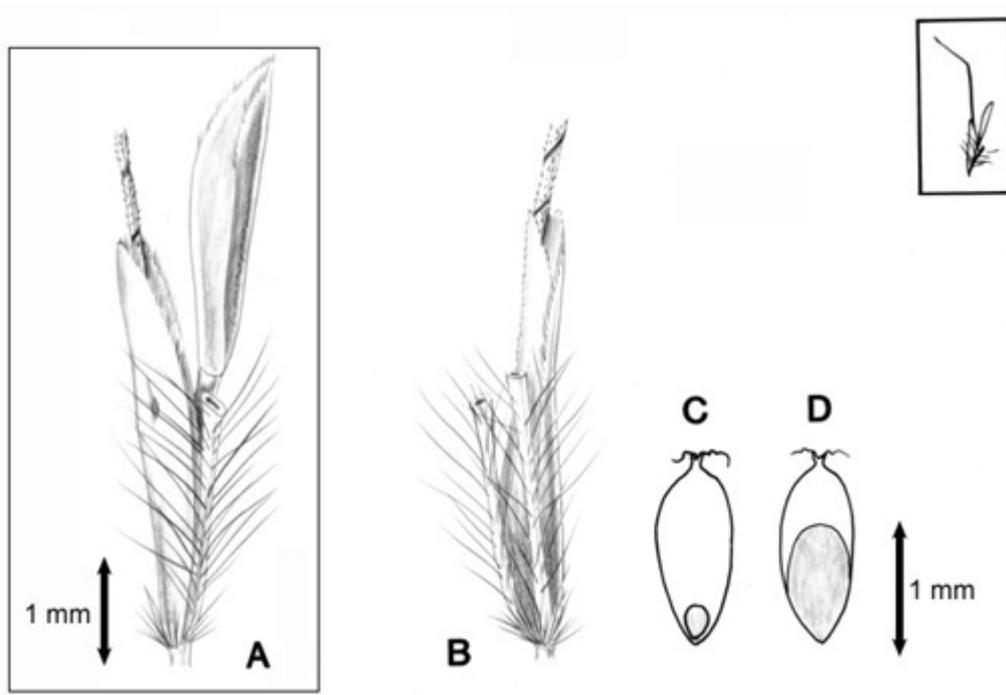


Figura 3. A: Espiguilla B: florete; C y D: cariósipide en dos puntos de vista de *Bothriochloa pertusa*, herbario nacional de semillas de los Estados Unidos de America.

De Alba y Gould (1977), mencionan el nombre científico actual, *Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus y que primeramente Linneo, en 1771, lo llamó *Holcus pertusus*, después Willdenow en 1806, lo clasificó en *Andropogon* y, en 1931 Camus y Willdenow, lo reclasificaron en el género y especie actual. *Bothriochloa pertusa*, presenta culmos amacollados de 20 a 60 cm de alto, frecuentemente decumbentes o estoloníferos en la base, hasta de 1 m de largo; nudos generalmente de glabrescentes a barbados; vainas frecuentemente glabras; lígula, una membrana corta y ciliada; láminas, por lo general hirsutas, frecuentemente papiloso hispídas, la mayoría de 10 a 20cm de largo por 2 a 5mm de ancho; láminas superiores muy reducidas (Fig. 3; Fig. 4). Panículas exertas, de 2 a 7cm de largo, por lo general con dos a siete ramas laxas y erectas, en su mayoría de 2.5 a 6cm de largo, sobre un eje más corto y simples o raramente con ramificación secundaria; entrenudos del raquis de las ramas y pedicelos ciliados en los márgenes, por lo menos aquéllos en las puntas de las

ramas con un surco central de tono oscuro; espiguilla sésil de 3 a 4mm de largo (Fig. 5), estrechamente ovada y aguda en el ápice; espiguilla pedicelada neutra, tan larga como la sésil pero generalmente más angosta; primera gluma de la espiguilla sésil brillante, pilosa en el dorso bajo la parte media, con una concavidad crateriforme profunda; arista de la lema geniculada y torcida, por lo general de 1 a 1.7 cm de largo; $2n = 2x-3x = 20$ ó 30 .

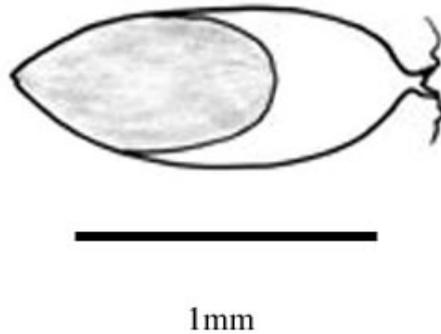


Figura 4. Embrion de *Bothriochloa pertusa*, herbario nacional de semillas de Estados Unidos de América.



Figura 5. Espiguillas y/o flósculos de *Bothriochloa pertusa*, herbario nacional de semillas de Estados Unidos de América.

Nativa de África del Norte, India y China, introducida en E.U.A. y México para cultivo y posteriormente "esparcida". Se encuentra distribuida principalmente en los Estados Unidos de America y México, en Campeche, Chiapas, Hidalgo, Nayarit, N León, Oaxaca, Querátaro, SLP, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Dávila *et al.*, 2006; Fig. 6).



Figura 6. Distribucion de *Bothriochloa pertusa* en México.

Bothriochloa barbinodis* (Lag.) Herter var. *barbinodis

Culmos amacollados, de casi postrados a erectos, delgados, generalmente mayores de 80cm de alto, simples o ramificados desde los nudos inferiores, con frecuencia glaucos; nudos barbados; vainas más cortas que los entrenudos, frecuentemente con vellos dispersos en la garganta; lígula membranácea de 2 a 3mm de largo; láminas superiores planas de 2 a 7mm de ancho. Panícula largo-exerta, de 7 a 14cm de largo con el eje casi siempre mayor de 4cm y con más de 10 ramas, cuando joven, es oblonga y de color verdoso, pero al madurar se vuelve ovada y cambia a color blanco plateado; articulaciones del raquis y pedicelos vellosos, vellosidades del doble de largo que los pedicelos y más numerosos que en *B. saccharoides*; espiguillas sésiles planas y lanceoladas de 3 a 5mm de largo; primera gluma con quillas hispidulosas en la parte superior del dorso, pubescente en la base y márgenes involutos; segunda gluma 3-nervada, hispidulosa en las quillas cerca del ápice; lema estéril y lema fértil casi iguales, ésta última, con una arista escabrosa, geniculada y retorcida, generalmente de 18 a 25mm de largo; espiguillas pediceladas de 3 a 4mm de largo; $2n = 9x = 90$. Se encuentra distribuida principalmente en mesetas, laderas rocosas y praderas; Texas, Oklahoma, Arizona y México (Fig. 7), en Aguascalientes, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, D.F., Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas (Dávila *et al.*, 2006).



Figura 7. Distribucion de *Bothriochloa barbinodis* var *barbinodis*, en México.

***Bothriochloa barbinodis* var. *Perfórala* (Trin. ex Fourn.) Gould**

Presenta culmos bastante fuertes, amacollados, erectos, ramificados y barbados en los nudos; vainas más cortas que los entre-nudos y vellosas en la garganta; lígula membranácea, truncada y ciliada, de 2 a 4mm de largo; láminas de 2 a 7mm de ancho, planas, lisas o ásperas, o la superficie adaxial escasamente vellosa especialmente cerca de la base. Panícula exerta; espiguilla sésil de 5 a 6.5mm de largo, lanceolada, plana y aguda; espiguilla pedicelada con una gluma solitaria sin aristas, de 3 a 5mm de largo, con pedicelo de aproximadamente igual longitud; primera gluma con depresión crateriforme en el dorso, más o menos vellosa cerca de la base, la segunda, glabra o con los márgenes ciliados, involutos; lema estéril casi del mismo largo que las glumas; lema fértil más corta que la lema estéril, terminando en arista escabrosa, geniculada y retorcida de 15 a 25mm de largo; $2n= 6x= 60$. Presente en mesetas, laderas rocosas y planicies; Texas y México (Fig. 8).

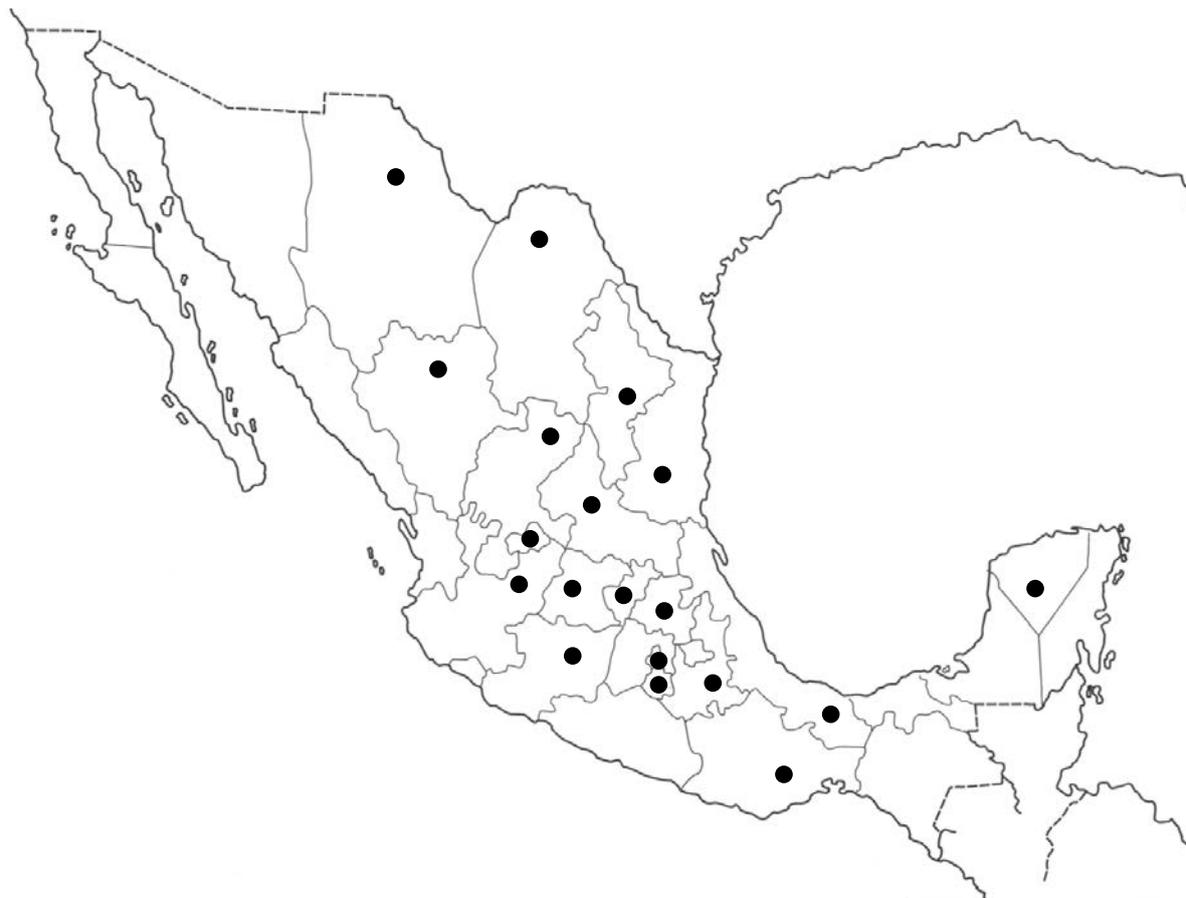


Figura 8. Distribucion de *Bothriochloa barbinodis* var *barbinodis*, en México.

***Bothriochloa hybrida* (Gould) Gould var. tallo azul**

Culmos erectos de 30 a 80cm, en macollos pequeños o medianos, moderadamente ramificados y foliosos por encima de la base, nudos glabros o puberulentos; vainas verdes o glaucas; lígula, membrana fimbriada de 1 a 2mm de largo; láminas lineares, por lo general de 2 a 4 (5)mm de ancho, con frecuencia, escasamente ciliadas en márgenes inferiores y unos cuantos tricomas en ambas superficies. Panículas pilosas de 6 a 11cm de largo, casi siempre con tres a ocho ramas en un eje de 0.6 a 3.5 (-4.5)cm de largo; ramas inferiores frecuentemente con ramificación secundaria simple; articulaciones del raquis y pedicelos casi iguales, con un surco central membranáceo ancho, frecuentemente de tono oscuro, los márgenes gruesos y pilosos, los pelos del ápice de 5 a 7mm de largo, los de la base mucho más cortos; espiguilla sésil de 4.5 a 6.5mm de largo, con aristas de 18 a 25mm de largo; espiguilla pedicelada neutra, mucho más angosta que la sésil, generalmente de 2.2 a 3.6mm de largo; primera gluma de la espiguilla sésil brillante, con concavidad crateriforme moderadamente profunda sobre la parte media y por lo general con unos cuantos pelos rígidos en el tercio o mitad inferior del dorso; $2n = 6x = 60$. Descrita de los alrededores de San Antonio, Texas; presente en pastizales, orillas de carreteras y en canales de riego. Se encuentra distribuida (Fig. 9) principalmente en Coahuila, D. F., México, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, San Luís Potosí y Tamaulipas (Dávila *et al.*, 2006).



Figura 9. Distribucion de *Bothriochloa hybrida* en México.

***Bothriochloa reevesii* (Gould) Gould**

Culmos cespitosos de 30 a 80cm, en su mayoría, geniculados y ramificándose hacia la base al envejecer; nudos de glabros a puberulentos; vainas glabras; lígula membranacea de 2 a 4mm de largo; láminas de 2 a 4mm de ancho, glaucas, angostas, relativamente rígidas, ahusándose en un acumen largo, glabras, escabrosas o con tricomas dispersos en ambas superficies. Panículas de 6 a 8cm de largo, algo flabeladas, moderadamente pilosas, con eje de 1 a 3.5cm de largo, por lo general con tres a nueve ramas, éstas con ramificación secundaria o las inferiores simples, en su mayoría de 3 a 6cm de largo, las superiores casi tan largas como las inferiores, uniones del raquis y pedicelos de 1/2 a 3/4 del largo de las espiguillas sésiles, con un surco membranaceo medio, casi tan ancho como los márgenes ciliados, éstos engrosados; espiguillas sésiles, de 4 a 5mm de largo, glaucas y agudas en el ápice; espiguillas pediceladas estériles y angostas, de 3 a 4.5mm de largo, más largas que los pedicelos que las sostienen; primera gluma de la espiguilla sésil, con unos cuantos tricomas gruesos bajo la parte media, de escabrosa a diminutamente puberulenta en los márgenes cerca del ápice, sin concavidad crateriforme; arista de lema fértil de 12 a 15mm de largo; $2n= 2x= 60$. Distribuida (Fig. ,10) en Coahuila, Hidalgo, México, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luís Potosí y Tamaulipas (Dávila *et al.*, 2006).



Figura 10. Distribucion de *Bothriochloa reevesii* en México.

***Bothriochloa saccharoides* (Swartz) Rydb.**

Culmos amacollados, delgados de 0.50 a 1m, color verde o glaucos, glabros y ocasionalmente con pelos cortos en los nudos; vainas redondeadas o ligeramente aquilladas con nervaduras prominentes; lígula de 1 a 2mm de largo, truncada o redondeada, lacerada o con cilios cortos en márgenes; láminas casi siempre glabras o escabrosas y planas de 2 a 6mm de ancho. Panícula frecuentemente de 5 a 10cm de largo con pocos o numerosos racimos erectos y ligeramente dispersos de 2 a 4cm de largo, más cortos que el eje primario; raquis de racimos y pedicelos con vellos suaves de 4 a 7mm de largo; espiguilla pedicelada reducida y sin crista; espiguilla séstil de 3 a 4 (5)mm de largo; glumas firmes, no coriáceas, glabras o ligeramente pubescentes; primera gluma oblonga o lanceolada, plana o casi plana; segunda gluma aquillada; lema fértil con arista retorcida y geniculada de 5 a 15mm de largo; cariopsis ovalado; $2n = 3x = 30$; ó $2n = 6x = 60$. Descrita de Jamaica, habita en lugares rocosos con declive y planicies arenosas, suelos arcillosos y calcáreos en llanuras: Alabama, Missouri, Colorado y California, en ASA; Brasil y Argentina. En México se encuentra distribuida (Fig. 11) principalmente en Campeche, Hidalgo, Puebla, San Luís Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Dávila *et al.*, 2006).



Figura 11. Distribucion de *Bothriochloa saccharoides* en México.

***Bothriochloa bladhi* (Retz.) S.T. Blake, WW-B. Dahl**

Formalmente conocido como WW-857, es la variedad más reciente de Old World bluestem, se liberó en 1994 (Dewald *et al.*, 1995; Villalobos *et al.* 2003). Fue seleccionada por mayor productividad, comparada con otras variedades, posee hojas amplias, es ligeramente más aceptable para el ganado, y madura más tarde que el resto de las variedades. Esta variedad se adaptada mejor al centro y sur de Texas. Ninguna de las variedades de OWB son tolerantes a las sales y todas ellas requieren suelos bien drenados. Responden bien a la fertilización si existe suficiente humedad disponible. Se adaptan mejor a áreas que reciben de 380 a 880 mm de precipitación anual. Todos los OWB son crecimiento de verano. Estas variedades inician un crecimiento lento en primavera, pero normalmente su crecimiento activo ocurre durante el verano cuando otros pastos detemporada cálida están en decadencia.

Manejo del Pasto *Bothriochloa*

En el sur de Tamaulipas se evaluó el efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre el comportamiento de *B. pertusa*, se compararon niveles de fertilización (0, 40, 80 y 120 kg de N ha⁻¹ y 0 y 60 kg de P ha⁻¹) bajo condiciones de clima Aw₀ (e) subhúmedo y precipitaciones de 800 mm anuales, González y Ortega (1985), reportan que no se observaron diferencias entre niveles de fertilización en producción de forraje, con rendimientos desde 0.9 a 2.6 ton MS ha⁻¹.

Galván (1989), al evaluar en trópico seco de Tamaulipas, bajo condiciones de temporal con una precipitación media anual de 884 mm, utilizaron prácticas culturales para control de Carretero *B. pertusa*, mediante labranza y resiembra de pastos mejorados, determinaron que la mejor respuesta se obtuvo al realizar prácticas de barbecho y barbecho+rastra, las cuales presentaron los porcentajes más bajos de invasión de *B. pertusa* con 17.1 y 22.1%, respectivamente, quedando como una opción para control de Carretero la resiembra de potreros fuertemente invadidos, mediante el barbecho y los pastos Ángleton, Pangola y Santo Domingo. González y Rodríguez (1986), indican que el control de Carretero *B. pertusa*, se facilita mediante el uso de herbicidas, en el sur de Tamaulipas, evaluaron Faena o Sal Isopropilamina de Glifosato (SIG) y Gramoxone (Paraquation) en dosis de: A) SIG 1 litro/100 litros de agua (dosis baja), B) SIG 1.5 litros/100 litros de agua (dosis alta), C) Paraquation 1.5 I litros/100 litros de agua (dosis baja), y D) Paraquation 2.0 litros/100 litros de agua (dosis alta), reportan que la aplicación de SIG presentó control de 97 y 95% de mortandad Carretero, en dosis baja y alta, respectivamente.

Ávila *et al.* (2005), en el sur de Tamaulipas, al evaluar la respuesta de ovinos de pelo al pastoreo con zacate WW-B Dahl (*B. bladhii*) y Ángleton *Dichanthium aristatum* durante la época de sequía, reportan incrementos de peso de 110 gr y 98 gr, en ovinos pastoreando pasto WW-B Dahl y Ángleton, respectivamente, mientras que la desaparición de forraje fue de 2,453 y 2,800 kg/ha para WW-B Dahl y Ángleton, respectivamente, con relación de 13.36 y 15.87% del peso vivo de los ovinos con el forraje desaparecido por día para WW-B Dahl y Ángleton, respectivamente. Ortega *et al.* (2007), en el sur de Tamaulipas, evaluaron la intensidad de pastoreo y la fertilización nitrogenada en Carretero *Dichanthium annulatum* y Pangola *Digitaria decumbens*, observaron que el porcentaje del pasto Kleberg tallo azul y Pangola varió, con diferencias solo para la fertilización, decreciendo en promedio, el pasto Kleberg tallo azul con 39% con la intensidad de pastoreo; sin embargo, la acumulación de MS fue similar durante la estación lluviosa. Asimismo, los mejores resultados fueron obtenidos con moderada intensidad de pastoreo y fertilización, con acumulación de forraje de 8,084 kg ha⁻¹ año⁻¹ con 30% de cobertura, comparado con la intensidad alta de pastoreo y sin fertilización, la cual presentó una acumulación de forraje de 4,580 kg ha⁻¹ año⁻¹ con 55% de pasto Kleberg tallo azul.

Philipp *et al.* (2005), determinaron los niveles de riego óptimos en tres variedades de Old World bluestem sugiriendo que durante el primer año (2001) Caucasian bluestem *B. caucasica* fue más eficiente en el uso de agua (EUA), por conversión de agua a biomasa (20.63 kg ha⁻¹ mm⁻¹), en comparación con WW B. Dahl (*B. bladhii*; 19.35 ha⁻¹ mm⁻¹) y Spar bluestem (*B. ischaemum*; 14.53 kg ha⁻¹ mm⁻¹). Sin embargo, al segundo año (2002), se observó comportamiento diferente, WW B. Dahl tuvo mayor EUA (20.44 kg ha⁻¹ mm⁻¹), en comparación con Caucasian bluestem con 18.21 kg ha⁻¹ mm⁻¹ y Spar bluestem logró la menor EUA con 16.26 kg⁻¹mm⁻¹. Teague y Dowhoer (2002), al evaluar el impacto del riego sobre la eficiencia en la cosecha en varios *Bothriochloa* en pastoreo, indicaron que al incrementarse la

humedad del suelo la intensidad de pastoreo interactuó aumentando la proporción de la producción de hoja cosechada (eficiencia de cosecha), reduciendo la proporción de hoja muerta e incrementando la producción de nuevos tallos y la sobrevivencia de tallos en invierno. Sin embargo, al aumentar el nivel de humedad, no se desarrolló la densidad de tallos durante el periodo de crecimiento en verano. Por otra parte, al aumentar la humedad del suelo no se aumentaron las proporciones de biomasa de la relación de hoja (viva-muerta) y tallo-hoja.

Coyne *et al.* (1982), demostraron que la variedad WW-573 obtuvo la mayor **EUA**, producción de forraje e intercambio de gas a hoja, respectivamente y capacidad para mantener la producción durante la sequía en comparación con WW-758 o WW-604. Sin embargo, durante una prolongada humedad, WW-758 frecuentemente produjo más forraje en comparación con WW-573; los mismos autores mostraron que la variedad WW-573 fue superior a la producción de forraje bajo condiciones subóptimas de humedad, comparado con WW-758 y WW-604. En un estudio sobre fertilización, Coyne y Bradford (1986; 1987) reportan que al aumentar los niveles de nitrógeno en los Old World bluestem, se incrementa la eficiencia fotosintética por unidad de área foliar y se obtiene mayor tasa de crecimiento constante. Berg y Sims (1995), utilizaron niveles de fertilización de 0 (testigo), 34, 68 y 102 kg de N ha/año que fueron aplicados a las variedades de *Bothriochloa*, mostrando que con el primer incremento de 0 a 34 kg de N se obtuvo un rango de 2.3 a 4.3 kg/ha de ganancia en los novillos, pero al pasar al segundo incremento de 34 a 68 kg de N el promedio fue alrededor de 1.0 kg de ganancia en novillos, por kg de N. Sin embargo, al pasar al tercer incremento de 68 a 102 kg de N, las ganancias fueron insignificantes. Por otra parte, la ganancia de novillos durante 4 estaciones de pastoreo en verano promediaron 3.3 kg por kg de N aplicado con la menor proporción 34 kg de N/ha. Indicando con esto, que el uso eficiente en la fertilización nitrogenada es mayor que la ganancia promedio del ganado alrededor de 2 kg por kg de N aplicado.

Jones (1990), en praderas tropicales irrigadas en el Oeste de Australia, encontró que el uso eficiente en la fertilización nitrogenada por kg de N aplicado a los pastizales resultó en 1.3 a 4.7 kg de ganancia por novillo. Sims *et al.* (1983), mostraron que los Old World bluestem fertilizados con 68 kg/ha/año producen ganancias de 200 kg/ha/año en promedio por novillo, a través de septiembre a diciembre, con una carga de alrededor de 1.7 novillos/ha. Mencionan en este estudio el aporte de datos sobre las alternativas de manejo con resultados de pastoreo cercanos al verano de 220 kg/ha/año de ganancia por novillo, con promedio cercano a cinco novillos/ha y aplicaciones de N de 34 kg/ha/año. Berg *et al.* (1996), al evaluar la eficiencia de Fe^+ en *Bothriochloa*, reportaron que WW-Iron Master (P1301535) produce más forraje con menor clorosis férrica que otras 11 variedades de Old World bluestem, en suelos deficientes de hierro. Asimismo, manifiesta que *Bothriochloa* está constituido por pasos de verano, altamente productivos, que responden bien a la fertilización nitrogenada; sin embargo, 70% de su crecimiento ocurre durante junio y su valor nutritivo disminuye rápidamente. Philipp *et al.* (2005), al evaluar tres Old World bluestem durante dos años observó que los mayores rendimientos de materia seca (MS) en el (2001) fueron observados en Caucasian bluestem bajo condiciones de riego con 13, 023 kg de MS ha⁻¹, seguido por WW B Dahl con 11, 322 kg de MS ha⁻¹ y Spar bluestem con 7, 900 kg de MS ha⁻¹. Patrones similares se observaron en parcelas totalmente irrigadas. Donde Spar bluestem mostró los menores rendimientos en temporal con 1, 513 kg ha⁻¹, mientras que el promedio en rendimiento de MS de Dahl bluestem fue 2, 393 kg ha⁻¹; Caucasian bluestem promedió 3,184 kg ha⁻¹, bajo condiciones de temporal. Durante 2002, WW B Dahl bluestem demostró alto rendimiento en MS bajo condiciones irrigadas con 21, 537 kg de MV ha⁻¹, seguido por Caucasian bluestem con 21,

111 kg ha⁻¹ y Spar bluestem con 18, 466 kg ha⁻¹. El valor nutritivo de los Old World bluestem disminuye rápidamente conforme éstos maduran (Dabo *et al.*, 1987). Los Old World bluestem pueden mantenerse en estado de crecimiento activo hasta donde sea posible para lograr el máximo desempeño de ganado en crecimiento (Dewald *et al.*, 1995; Forbes y Coleman, 1993).

Dabo *et al.* (1987), encontraron que la digestibilidad de tallos nuevos puede ser igual al de hojas, pero la digestibilidad de tallos disminuye más rápidamente conforme aumenta la madurez en las hojas y las proporciones tallo-hoja disminuyen marcadamente con la edad. Las praderas de Old World bluestem *B. ischaemum* L., son usadas para incrementar la producción y rentabilidad de pastizales basados en los sistemas de ganado de carne en las Planicies del Sur de USA (Sims *et al.*, 1983; Coyne y Bradford, 1985). Estas especies son de fácil establecimiento, resistentes a sequía y defoliación; además, producen calidad moderada de forraje durante primavera y verano, pero la calidad a finales de verano, a través del invierno disminuye (Eck y Sims, 1984; Dabo *et al.*, 1987). Por otro lado Teague *et al.* (1996), mencionan que la calidad de la dieta, consumo y desempeño de los animales, en pastoreo de *Bothriochloa* son particularmente sensibles a la proporción y densidad de la masa de hoja verde y también a la proporción tallo-hoja. Kloppenburg (1995), menciona que los pastos de verano, Hardie bermuda-grass y Iron Master old worl bluestem, tienen rendimientos de MS de igual calidad, en términos de proteína y fibra; pero, los bluestem tienen una digestibilidad, debido a la estructura de la base.

Taliaferro *et al.* (1972), compararon en Oklahoma evaluaciones del rendimiento forrajero y demostraron que “Plains” bluestem (*B. ischaemum* (L.) King. Var. Ischaemum) fue menos productiva que “Caucasian” bluestem (*B. caucasian* C.E. Hubbard) pero iguales en persistencia. Mientras que la DIVMS de la variedad Plains fue mayor que Caucasian (49.3 vs 45.4%). La DIVMS de ambos decreció conforme aumentaba la época de crecimiento. Por otro lado, Dalrymple (1968), reporta que Caucasian alcanzó los mayores rendimientos (5,712 kg ha⁻¹) y Ganada (*B. ischaemum* (L.) Keng. Var. Ischaemum) los más bajos (5,176 kg ha⁻¹). Según, Kalmbacher (1983), el valor nutritivo del forraje puede ser sobrestimado analizando únicamente muestras de plantas completas, porque rara vez el ganado consume plantas completas, contrariamente, selecciona partes. El mismo autor menciona que las partes de una planta (inflorescencia, hoja, vaina, y culmo) difieren en calidad y generalmente el valor nutritivo de las hojas es superior que el de los tallos.

Morris *et al.* (1993), reportaron ganancias de peso vivo/ha del ganado cuando la altura de la pradera fue de 8 a 10cm, indicando que incrementos mayores a ésta altura, redujeron la densidad de la pradera, calidad de forraje y desempeño animal. En este estudio no se observaron diferencias en contenido de proteína cruda del forraje durante la fase de crecimiento vegetativo en primavera, cuando los niveles de N del forraje fueron suficientemente altos (>1.3%). Sin embargo, cuando el pasto inició la producción de órganos reproductivos y los niveles de nitrógeno del forraje disminuyeron (<1.3%), los niveles de proteína cruda del forraje fueron mayores en praderas de menor altura. Forbes y Coleman (1986), evaluaron las características de herbáceas y desempeño de novillos apacentando variedades de *Bothriochloa*, encontrando que las ganancias de peso a través de la estación fluctuaron de 610 gr animal⁻¹día⁻¹, en 1984, a 690 kg animal⁻¹día⁻¹, en 1985. Sin embargo, la ganancia por animal decreció linealmente cuando al aumentar la carga animal igualó a la ganancia máxima por hectárea que fue alcanzada únicamente con cinco animales por ha (500 kg).

Conclusiones

Bothriochloa es un género complejo y su aprovechamiento sistemático debe estar acompañado de aprovechamiento de recursos genéticos, estudios citológicos y producción de híbridos para aprovechar sus ventajas de invasividad, competencia y adaptación a las condiciones del NE de México y zonas de trópico seco. La representatividad de recursos genéticos de este género es pobre en México, por lo que se deben realizar estudios sistemáticos e obtención de los mismos.

Literatura Citada

- Allred, K. W. and Gould F. W. 1983. Systematics of the *Bothriochloa saccharoides* complex (Poaceae: Andropogoneae). *Syst. Bot.* 8:168-184.
- Ávila C. J. M., González V. E. A., Villalobos J. C. y Britton C. M. 2005. Respuesta de ovinos de pelo al pastoreo del zacate ww-b. dahl y angleton durante la sequia en el sur de Tamaulipas. XLI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cuernavaca, Morelos. p.135.
- Beetle, A. A. 1983. Las gramíneas de México. Tomo I y II. COTECOCA. Editorial Calypso. Mexico, D.F. 344 pp.
- Berg, W. A. and P. L. Sims. 1995. Nitrogen fertilizer use efficiency in steer gain on Old World bluestem. *J. Range. Manage.* 48:465-469.
- Berg, W. A., C. L. Dewald, and P. L. Sims. 1996. Seedbed and seeder options for old world bluestem establishment. *J. Range Manage.* 49:179-181.
- Brown, W. V. and Emery, W. H. P. 1957. Apomixis in the Gramineae, tribe Andropogoneae: *Thremeda triandra* and *Bothriochloa ischaemum*. *Bot. Gaz.* 118:246-253.
- Celarier, R.P. and J.R. Harlan. 1957. Apomixis en *Bothriochloa*, *Dichantium* and *Capillipedium*. *Phytomorphology* 7:93-102.
- Celarier, R.P. and J.R. Harlan. 1955. Studies on World bluestem. Oklahoma Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. T-58. 31 pp.
- Coyne P. I., and J. A. Bradford, y C. L. Dewald. 1982. Leaf water relations and gas exchange in relation to forage production in four Asiatic bluestems. *Crop Science* 22:1036-1040.
- Coyne, P. I., and J. A. Bradford. 1985. Some growth characteristic of 4 Old World bluestem. *J. Range Manage.* 38:27-3.
- Coyne, P. I. and J. A. Bradford. 1986. Biomass partitioning in Caucasian and WW Spar Old World bluestem. *J. Range Manage.* 39:303-310.
- Coyne, P. I. and J. A. Bradford. 1987. Nitrogen and carbohydrate partitioning in Caucasian and WW-Spar Old World bluestem. *J. Range Manage.* 40:353-360.
- Dabo, S. M., C. M. Taliferro, S. W. Coleman, F. P. Horn,, and P. L. Claypool. 1987. Yield and Digestibility of Old World Bluestem Grasses as Affected by Cultivar, Plant Part, and Maturity. *J. Range Manage.* 40:10-15.
- Dávila, P. Mejía S. M. P., Gómez S. M., Valdés R. S., Ortíz J. J., Morín C., Castrejón J. y Ocampo A. 2006. Catalogo de las Gramíneas de México. UNAM-CONABIO. México. 671 p.
- De Alba J. y F. W. Gould. 1977. Una gramínea invasora *Bothriochloa pertusa* (L.) Camus en praderas del sur de Tamaulipas. *Revista Mexicana de Producción Animal.* 9:43-48.
- Dalrymple, R. L. 1968. Weeping lovegrass management. Noble Found., Ardmore, OK.
- Dewald, C. A., W. A. Berg, and P. L. Sims. 1985. New seed technology for old farmland. *J. Soil Water Conserv.* 40:277-279.
- Dewald CL, Sims PL, and Berg WA. 1995. Registration of "WW-B. Dahl" Old World Bluestem. *Crop Sci.* 35:937.

- De Wett, JMJ. and Harlan JR. 1966. Morphology of the compilospecies *Bothriochloa intermedia*. Amer. J Bot. 53:94-98.
- Eck, HV and PL Sims. 1984. Grass species adaptability in the Southern High Plains—36-year assessment. J. Range Manage. 37:211-217.
- Forbes, TDA and SW Coleman. 1993. Forage intake and ingestive behavior of cattle grazing old world bluestems. Agron. J. 85:806-816.
- Forbes, TDA and SW Coleman. 1986. Herbage intake and ingestive behavior of grazing cattle as influenced by variation in sward characteristics. In: F.P. Horn et al. (eds.), Grazinglands research at the plant animal interface, Winrock Int., Morrilton, Ark. P 141-152.
- Galván C.R.G (1989). Prácticas culturales como perspectivas para el control de zacate carretero (*Bothriochloa pertusa*) con resiembra de angleton (*Dichanthium aristatum*), pangola (*Digitaria decumbens*) y santo domingo (*Cynodon nlemfuesis*) en el trópico seco (sur de Tamaulipas). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- González V. E. y Rodríguez D. E. A. 1986. Control de zacate carretero (*Bothriochloa pertusa*) con dos herbicidas y dos métodos de aplicación en Tamaulipas. Técnica Pecuaria en México. p. 52.
- González P.M.A y Ortega S.J.A 1985. Diferentes niveles de fertilización en la producción de zacate carretero en el sur de Tamaulipas Memoria de Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. México. p. 244.
- Gould, F. W. 1967. The grass genus *Andropogon* in the United States. Britonia 19:70-76.
- Gould, F. W. 1975. The grasses of Texas. Texas A&M University Press.
- Grace J, Smith M, Grace S. 2002. Interactions between fire and invasive plants in temperate grasslands of North America. In: Galley K, Wilson T (eds) Proceedings of the invasive species workshop: the role of fire in the control and spread of invasive species. Fire conference 2000: the First National Congress on Fire Ecology, Prevention, and Management. Miscellaneous Publication.
- Harlan, JR, Brooks, MH, Borgaonkar, DS, and De Wet JMJ. 1964. Nature and inheritance of apomixis in *Bothriochloa* and *Dichanthium*. Bot. Gaz. 125:41-46.
- Harmoney, K. R. y Hickman, K. R. 2004. Comparative Morphology of Caucasian Old World and Native Grasses. J. Range. Manage. p. 1540.
- Jones, R. J. 1990. Nitrogen rate and stocking rate effects on steer gains from grazed pangola grass in the Ord Valley, Western Australia J. Exp. Agr. 30:599-605.
- Judd, D. L. 1965. Hurricane sour grass: Scourge or blessing. J. Range Manage. 18:(6):341-342
- Kalmbacher, R. S. 1983. Distribution of dry matter and chemical constituents in plant parts of 4 Florida native grasses. J. Range Manage. 36:298-301.
- Kloppenburg, P. B. 1995. Forage quality, intake, and digestibility of year-long pastures for steers. J. Range Manage. p. 542.
- Martinez, M., V. Molina, F. Gonzalez S., J.S. Marroquin, and J. Navar CH. 1997. Observations of white-tailed deer and cattle diets in Mexico. J. Range Manage. 50(3):253-257.
- Morris, S. T., S. W. Hirschberg, A. Michel, W. J. Parker., and S. N. McCutcheon. 1993. Herbage intake and liveweight gain of bulls and steers continuously stocked at fixed sward heights during autumn and spring. Grass and Forage Sci. 48:109-117.
- Ortega, S. J.A., Avila C. J. M., Gonzalez V. E. A. y Gonzalez P. M. A. 2007. Grazing Intensity and Nitrogen Fertilization to Manage Invasive Kleberg Bluestem on Pangolagrass Pastures in Northern Mexico. The Texas Journal of Agriculture and Natural Resource 20:109-115.

- OSU University State Oklahoma Carter County Extensión Office de los Old World Bluestems.http://countyext.okstate.edu/carter/old_world_bluestems.htm. Accesado el 30 de abril del 2004.
- Philipp, D., V. G. Allen, R. B. Mitchel, C.P. Brown, C.P., and Wester, D.B. (2005). Forage Nutritive Value and Morphology of Three Old World Bluestems under a Range of Irrigation Levels. *Crop Sci.* 45:2258–2268.
- Renvoize, S.A. 1982. A survey of leaf-blade anatomy in grass. I. Andropogoneae. *Kew Bull.* 37:315-321.
- Rotar, P.P. 1968. *Grasses of Hawaii*. University of Hawaii Press. Honolulu.
- Saldivar, F. A. J. 1992. Tifton 68, el zacate del año 2000. El pastizal. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales*.1:5.
- Smith M. and Knapp A. 1999. Exotic plant species in a C₄-dominated grassland: invisibility, disturbance, and community structure. *Oecol* 120:605–612.
- Sims, P. L. y C. L. Dewald and S. Cowles.1983. Advances with Old World bluestem. P. 4-11. In: H. T. Wiedemann and J. F. Cadenhead (compilers), *Proc. Range and Pasture Seeding in the Southern Great Plains*. Oct. 1983, Vernon, Texas A&M Univ. Agr. Res. Ext. Center, Vernon, Tex.
- Taliaferro, C. M., J. R. Harlan, and W. L. Richardson. 1972. Plains bluestem. *Oklahoma Agric. Exp. Sta. Bull.* B-699.
- Teague, W.R y S.L. Dowhower. 2002. Irrigation impact on harvest efficiency in grazed Old World bluestem. *J. Range Manage* 55:260-265.
- Teague, W. R., S. L. Dowhower, W.E. Pinchak, D. R. Tolleson, and L. J. Hunt. 1996. Increasing utilization efficiency of continuously stocked Old World bluestem pasture. 49:535-540.
- Villalobos, C., M. Avila, G. Bezanilla, C.M. Britton, and C. Ortega-Ochoa. 2003. Old World bluestems and their forage potential for the north east of Mexico. Aldama, Tamaulipas, Mexico: Research Institution for Livestock, Agriculture, and Forestry. 12 p.
- Watson, L. A. and Dallwitz, M. J. 1992. *The grass genera of the World*. C.A.B. international, Wallingford.

GRAMÍNEAS INTRODUCIDAS: IMPORTANCIA E IMPACTO EN ECOSISTEMAS GANADEROS DE MÉXICO

Pasto Rosado *Melinis repens* (Willd.) Zizka.

Ernesto Flores Ancira¹

¹ Dr. Profesor Investigador. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Centro de Ciencias Agropecuarias. Av. Universidad No. 940. Col. Ciudad Universitaria. Aguascalientes, Ags. CP 20131. eflores@correo.uaa.mx

Sinónimos: *Melinis rosea* (Ness) Hack., *Monachyron roseum* (Ness) Parl., *Panicum roseum* (Ness) Steud., *Panicum sphacelatum* (Benth.) Steud., *Panicum tonsum* (Ness) Steud., *Rhynchelytrum repens*, (Willd.) C.E. Hubb., *Rhynchelytrum roseum* (Ness.) Stapf & C.E. Hubb., *Tricholaena rosea* Ness., *Erianthus repens* (Willd.) P. Beauv.

Nombre común: Pasto rosado, Pasto Sabanita, Natal Grass, Red Natal Grass.

Descripción Botánica

Gramínea perenne de tallos geniculados (abruptamente doblados)-erectos cuya altura puede oscilar entre 0.4-1 m de altura. *Los nudos del tallo* son puberulentos (menudamente pubescentes). *Su follaje* varía de hispido (pelos erectos) a casi glabro (sin pelos). *Lígula* diminuto anillo con vellos endurecidos de 0.5-1 mm de largo. *Hojas (láminas)* delgadas, planas ó dobladas de una longitud de 8-18 cm y de 2.5 mm de ancho. *La inflorescencia* es una panícula suelta contraída de 6-20 cm de largo, con ramas secundarias delgadas y curvas, así como sus pedicelos, y espiguillas vellosas color rojo púrpura cuando están tiernas, tornándose de color rosa-plateado cuando maduran. Presenta desarticulación en la base de la espiguilla. La primera gluma es minuta., la segunda gluma y la lema del flósculo más inferior son casi iguales. *Lemma* sedosa y vellosa con pelos finos y con una muesca y menudamente aristada en el ápice. La lema del flósculo superior mucho más corta que la segunda gluma, la lema del flósculo más inferior es delgada, membranosa y glabra, con márgenes delgados y no enrollados hacia dentro sobre la palea (Gould 1975; McVaugh 1983; Herrera-Arrieta y Pámanes-García, 2010).

Origen genético y arribo

El complejo taxonómico *Melinis-Rhynchelytrum-Tricholaena* está compuesto de aproximadamente 35 especies en su mayoría en África y actualmente está ampliamente distribuido en regiones cálidas de América (Cárdenas 1977; McVaugh 1983; March y Martínez, 2007). Es meramente especulativa la teoría de la probable llegada de esta gramínea al continente Americano, se señala de manera coloquial que probablemente llegó con los esclavos de color que llegaron de África a Los Estados Unidos de América, a la región del Caribe, Brasil y Centro América en el Siglo XVII. Otros hipotetizan que pudo arribar en algún cargamento de granos proveniente de Sud África ó en alguna colección de gramíneas Africanas forrajeras que llegaron importadas para estudiarlas primeramente en las estaciones experimentales de Estados Unidos de América y después en México para establecerlas en proyectos de rehabilitación de pastizales al través de resiembras en áreas críticas de erosión y humedad del suroeste de EE.UU. y Norte de México, como pasto Buffel *Pennisetum ciliare* L. Link, Hort., ó *Cenchrus ciliaris* L., pasto Rhodes *Chloris gayana* Kunth., pasto Africano *Eragrostis lehmanniana* Nees., pasto Llorón *Eragrostis curvula* (Schrad.) Ness., pasto Klein

Panicum coloratum L., pasto Garrapata *Eragrostis superba* Peyr., entre otros comunes. No es descabellado pensar que probablemente el pasto Rosado pudo haber arribado a las Américas conjuntamente con recursos forrajeros importados de África para zonas tropicales de los géneros *Brachiaria* (Trin.) Griseb., *Panicum*, *Pennisetum*, *Chloris*, *Hyparrhenia*, ó *Cynodon* (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2006). Es escasa la información científica que explique con precisión cuál es el centro de origen de esta especie. Se menciona que es originaria del Sur de África; sin embargo, por otro lado se especifica que su centro de origen en más amplio pudiendo haberse originado en Madagascar (Bogdan 1997), ahora se encuentra ampliamente distribuido en las partes cálidas del mundo incluyendo Norte, Centro y Sud América. En Los Estados Unidos de América, se le encuentra principalmente en el Golfo de México, en estados como Florida, Alabama, Louisiana, Mississippi, sur de Arizona y Nuevo México, Maryland, Virginia, Hawaii, Puerto Rico, y en prácticamente todos los estados de México, independientemente de latitud, altitud, precipitación pluvial, suelos (Herrera-Arrieta 2001; Dávila *et al.*, 2006).

Citología y tipo reproductivo

La familia de las gramíneas (Poaceae) incluye un número superior a 11 000 especies reconocidas y presentan una distribución cosmopolita ocupando un enorme rango de hábitats (Clayton y Renvoize 1986; Osborne *et al.*, 2011). A pesar de la enorme importancia económica y ecológica de las gramíneas su historia evolutiva todavía permanece parcialmente entendida. Estudios filogenéticos se han acumulado en los últimos 20 años, la mayoría se enfocan en grupos específicos abajo del nivel de subfamilia (Edwards. 2012). Ejemplo de lo anterior están las filogenias moleculares que se han publicado sobre la subfamilia Panicoideae y particularmente las Paniceae (Giussani *et al.*, 2001; Aliscioni *et al.*, 2003) se determinó que dentro del Clado de Paniceae pantropicales ($x=9$), todas las especies incluidas en dichos análisis que son plantas C_4 con subtipo anatómico foliar PS y fisiología PEP-ck (phosphoenol pyruvate carboxykinase, PCK) formaban un Clado Monofilético denominado “*The PCK Clade*” (Gómez-Martínez y Culham 2000; Giussani *et al.*, 2001), Clado que presenta alto apoyo en todas las hipótesis filogenéticas y se encuentra constituido por los géneros *Brachiaria* (Trin.) Griseb., *Chaetium* Ness., *Eriochloa* Kunth., *Panicum* maximum Jacq., *Melinis* P. Beauv., y *Urochloa* P. Beauv., y concluyen que los géneros *Brachiaria* y *Urochloa* se encuentran directamente relacionados con *Eriochloa* y *Melinis*. Con relación a *Melinis*, es un género paleotropical que abarca de 12 a 13 especies anuales y perennes; una ó dos crecen en Sudamérica tropical y Oeste de India, y 11 son tropicales creciendo en el Sur de África y Madagascar (Clayton y Renvoize, 1986; Nicora y Rúgolo de Agrasar, 1987; Renvoize y Clayton, 1992; Watson y Dallwitz, 1992). Todas ellas C_4 , con anatomía foliar PS y fisiología PCK, algunas cultivadas como forrajeras *M. minutiflora*, en África y otras son maleza en América tropical. El número cromosómico básico es $x=9$ (Giussani *et al.*, 2001) y se distingue morfológicamente del resto de los géneros del Clado PCK por la presencia de la lema proximal largamente aristada e inflorescencias laxas muy ramificadas (Nicora y de Agrasar, 1987).

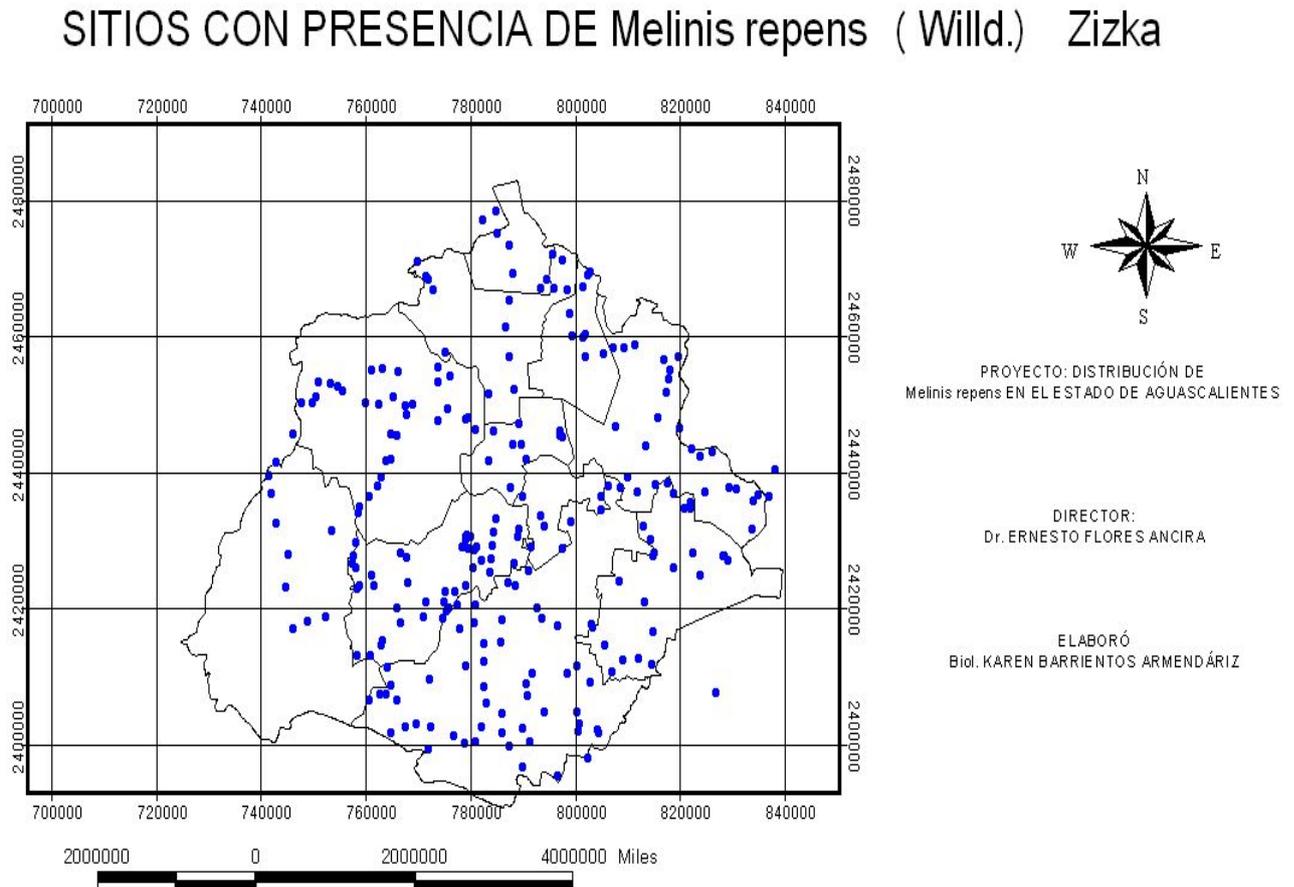
Nichos ecológicos en México

El efecto del hombre sobre la vegetación natural de México ha resultado en general altamente destructivo. Este proceso de constante deterioro data sin duda desde la llegada misma del hombre al territorio de la República, pero la devastación de mayor importancia han sido la colonización progresiva del país, el origen y la expansión de la agricultura, así como el desarrollo de la ganadería, de la explotación forestal y en buena parte también de la minería

(Rzedowski, 1988). Los ecosistemas de pastizales de México tampoco han permanecido ajenos a procesos de devastación y han sufrido al correr del tiempo cambios importantes no solamente en su composición florística sino en su biodiversidad, estructura, funcionamiento y capacidad de producir un número importante de bienes y servicios que todos consumimos de forma cotidiana (Flores-Ancira *et al.*, 2006). Responsables de este deterioro fundamentalmente han sido, por un lado, el cambio de uso del suelo de zonas con potencial ganadero y por el otro el sobrepastoreo (desajustes en la capacidad de carga de los pastizales), falta de políticas públicas serias hacia programas nacionales tendientes a la conservación y protección de los pastizales de México (PMARP, 2012). En sitios muy disturbados, algunas comunidades de gramíneas nativas han sido parcial ó totalmente sustituidas por especies exóticas ó introducidas; una de ellas, presente en gran parte del país es el zacate rosado. Se le puede detectar fácilmente a orillas de carretera, suelos que han sido objeto de constante disturbio por cuestiones agrícolas y sobrepastoreo, especialmente en zonas áridas y semiáridas. En Chihuahua por ejemplo, se ha señalado que desde hace 30 años ha estado presente en los paisajes naturales del estado (Hernández-Quiroz 2009). En el sureste se le encuentra a orillas de carretera y en especial, en zonas en donde la selva baja o alta han sido taladas y reemplazadas para actividades agrícolas y ganaderas. En sitios donde las selvas y bosques mantienen su uso potencial no existe colonización alguna de *Melinis*. En estados del centro del país como Guanajuato, Aguascalientes, Zacatecas, San Luis Potosí, entre otros, se le detecta fácilmente en suelos muy erosionados, donde la agricultura temporalera ha sido abandonada y el sobrepastoreo ha sido tal que la única especie capaz de colonizar los sitios dañados es el pasto rosado. En Aguascalientes, en un estudio autoecológico de *Melinis*, se le detectó en todos los municipios independientemente de altitud, temperatura, precipitación, suelos, y se geoposicionaron los sitios de muestreo, (Figura 1; Flores-Ancira *et al.*, 2011).

Dávila *et al.* (2006), señalan que la distribución del pasto rosado es muy amplia en la República mexicana ocupando nichos ecológicos diversos especialmente aquellos donde el deterioro es muy evidente y donde reemplaza especies autóctonas. Tiene la capacidad de establecerse en suelos completamente degradados y se le ha propuesto como una especie valiosa para la restauración en minas de cantera (Yuan *et al.*, 2006). Estudios realizados en Chihuahua, México encontraron que *M. repens* se distribuye en sitios de 1300 a 2300 msnm con mayor proporción en los 1500 a 1900 msnm, pendientes de 0 a 70% con mayor proporción de 0 a 30%, y en las exposiciones de Sureste a Oeste (xéricas). En cuanto al rango de adaptación a temperaturas, se encontró que esta especie se distribuye en zonas con temperatura media anual de 14 a 18 °C, media mínima de 4 a 9 °C, media máxima de 19 a 27 °C y máxima de máximas de 40 a 44 °C. También se menciona que el principal tipo de suelo fue Feozem Haplico con textura media y fina (Parra *et al.*, 2011; Torres *et al.*, 2011). Por otro lado, es fácil de detectar para el ojo experto que en suelos de zonas de pastoreo bien manejadas no existe presencia de esta especie en la composición florística de las mismas (Díaz-Romo *et al.*, 2012).

Figura 1. Sitios con presencia de *Melinis repens* (Willd.) Zizka en Aguascalientes, México, 2011.



Estrategia de propagación y efectos de dominancia ecológica

En los pastizales de zonas áridas y semiáridas, se han introducido varias especies de gramíneas exóticas que por su mejor adaptación a las condiciones adversas del clima y suelo, falta de enemigos naturales, resultan más productivas para la ganadería que las nativas; sin embargo, algunas se han convertido en invasoras (Arriaga *et al.*, 2004). Las gramíneas exóticas pueden provocar diversos daños al ambiente como: competencia y reemplazo de plantas nativas disminuyendo la biodiversidad, lo que altera el hábitat para la fauna (Flanders *et al.*, 2006). Otro aspecto a considerar como nocivo de las plantas invasoras es la alteración del régimen del fuego (frecuencia, intensidad, duración, estacionalidad; Brooks *et al.*, 2004). Consecuentemente, ésto altera la composición botánica y generalmente genera un ciclo que favorece la planta invasora, haciendo difícil la restauración de la vegetación nativa. Vitousek *et al.* (1996), han declarado que la colonización de especies exóticas en áreas de vegetación nativa es una de las causas principales de pérdida de biodiversidad, en dichos sitios alteran ciclos biogeoquímicos, reciclaje de nutrientes, distorsión de cadenas tróficas y otros daños ecológicos (Masters y Sheley, 2001; Esqueda *et al.*, 2005; Di Tomaso *et al.*, 2006; March y Martínez, 2007; James y Drenovsky, 2007). Si ponemos atención a lo anterior, podríamos señalar que una especie exótica es perjudicial (Sax *et al.*, 2005). Por ello, es importante señalar que la introducción deliberada de gramíneas importadas de África representa una

amenaza muy importante para la conservación de la biodiversidad biológica no solamente de zonas áridas y semiáridas sino también de zonas tropicales de América (Williams y Baruch 2000). Típicamente, una especie invasora se adapta a condiciones adversas de suelo y humedad, presenta crecimiento rápido, produce gran cantidad de propágulos sexuales y vegetativos lo que la hace muy competitiva en términos de colonización de espacios vacíos, comparadas con las nativas (Vásquez y Orozco, 1986). Específicamente, en relación al pasto rosado como especie exótica es considerada dentro de las especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad en México, debido a que desplaza la vegetación nativa y promueve regímenes anómalos de fuego (March y Martínez 2007), invadiendo zonas templadas, áridas, selva baja caducifolia, zonas de cultivo y áreas naturales protegidas. Chambers y Oshant (2004), la consideran una planta invasora del desierto y matorrales que hay que controlar, aunque no se conocen las medidas específicas de control. El pasto rosado es una gramínea de lento crecimiento en las primeras etapas fenológicas lo que lo hace muy competitivo en zonas de irregularidad pluvial, que como estrategia de sobrevivencia resulta importante, pues favorece también a que experimente lento crecimiento para enfrentar sequía, concluyendo que esta especie germina y emerge lentamente y el banco de semillas existente en el suelo, habilita a éstas a germinar y emerger cuando se establecen los períodos de lluvia de manera regular ó irregular (Hernández-Quiroz, 2009). Con relación al efecto del fuego en la germinación de semilla y emergencia de plántula de gramíneas, algunos investigadores han determinado que la germinación de semillas en algunos casos, en áreas quemadas, es mayor que en áreas sin quema, ya que el fuego como factor ecológico ha estado presente en ecosistemas de pastizales, otorgándole a algunas especies ventaja evolutiva al respecto (Ehrenreich y Aikman, 1963; Grant *et al.*, 1963). Al analizar la germinación de semillas colectadas antes y después de una quema prescrita, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en germinación, por lo que se considera que la quema no es una buena opción para el control del banco de semillas de *M. repens* (Hernández-Quiroz, 2009). Tomando en consideración otra especie invasora diferente al pasto rosado, como lo es el pasto Llorón *E. curvula*, es una especie introducida de Sud África e invasora agresiva en áreas planas de acumulación de agua en Japón (Muranaka y Washitani, 2004), quienes determinaron que cuando se establece, se dispersa rápidamente desarrollando macollos densos alterando florísticamente las áreas tornándolas mono-específicas de zacatales de larga vida.

Producción de forraje, producción, germinación, latencia y viabilidad de semilla

Producción de forraje

La producción de forraje, la germinación, viabilidad y latencia de semillas de especies de Poaceae son variables e importantes a tomarse en cuenta como indicadores de plasticidad ecológica y adaptabilidad a ambientes hostiles (Grime y Hunt, 1975). Al respecto, Díaz-Romo *et al.* (2012), encontraron en el estado de Aguascalientes, que *Melinis repens* presentó producciones equivalentes de 1736 a 2913 kg/ha en año lluvioso, mientras que en año seco fueron de 707 a 1488 kg/ha en cuatro municipios del estado. Por su parte Jurado *et al.* (2008), reportaron una producción de *Melinis repens* de 1845 kg/ha en pastizales naturales de Chihuahua. Comparando la producción forrajera del pasto rosado con especies nativas e introducidas se encontró que la producción de forraje de pastos nativos como el pasto Navajita *Bouteloua gracilis* y Banderilla *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., en Aguascalientes, puede alcanzar hasta 2 ton/ha/año, mientras que los introducidos de África como Llorón, Panizo verde *Panicum maximum* var. *Trichoglume* ó Buffel, pueden llegar hasta 3 ton/ha/año en años con buena precipitación (INIFAP 1998). En un estudio realizado de 1980 a 1985 en Ojuelos, Jalisco, Méx., se reporta que los pastos introducidos Llorón,

Garrapata y Buffel destacaron con producciones de forraje en base seca que fluctuaron de 300 a 2000 kg/ha/año, mientras que los nativos más productivos fueron *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula* y Gigante *Leptochloa dubia*, con 83 a 1176 kg/ha/año (Jurado *et al.*, 1990). Maciel *et al.* (2005), mencionan que el rendimiento potencial de *B. gracilis* en Aguascalientes es 1500 kg/ha/año, mientras que para las especies introducidas africanas la producción varía entre 2500 a 3000 kg/ha/año. Se podría afirmar que el pasto rosado presenta una producción de biomasa relativamente alta, lo cual puede explicar en parte la capacidad invasiva de este pasto sobre nativos, al tener mayor rapidez de crecimiento o establecimiento en suelos pobres; esto, podría significar un obstáculo al tratar de restaurar sitios donde dominaron las especies nativas, aunque también podría significar una ventaja al considerarlo como una planta que pudiera ayudar a restaurar sitios degradados, al proporcionar cobertura y retención de suelo, así como aporte de materia orgánica (Díaz-Romo *et al.*, 2012).

Producción, germinación, latencia y viabilidad de semilla de semilla

La expresión de la genética en la germinación depende también de las condiciones ambientales durante la formación y maduración de semilla (Desai, 2004), las cuales pueden modificar los mecanismos que inhiben la germinación. En estudios realizados en pastos tropicales se encontraron diferencias en latencia de las semillas provenientes de regiones lluviosas, las cuáles presentaron menor latencia que aquellas cuyo origen era regiones secas (Hacker, 1984; Hacker y Ratcliff, 1989). Respecto a producción de semilla Bogdan (1997), señala que se pueden cosechar de 10-12 kg/ha de espiguillas o 7-9 kg/ha de flósculos fértiles. Por su parte Hernández (2009), estimó una densidad de 1,677 semillas viables por m² en suelo de un sitio invadido por *Melinis repens*, mientras que Carrillo *et al.* (2009), reportan 1,306 semillas por gramo. Díaz-Romo *et al.* (2012), encontraron promedios en el número de espiguillas por gramo de *M. repens* de 1311 a 1417, y una producción de espiguillas por m² para el año 2009 de 28 701, y 22 398 para el año 2008; además, se detectaron porcentajes bajos de semilla pura en las espiguillas, los cuales no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$), con promedios de 9 a 14%. A pesar de ello, el número de semillas puras por m² se puede considerar alto. Éste sólo presentó diferencias significativas entre sitios ($P = 0.0141$) para el año 2009, mostrando el sitio de El Llano mayor producción (3906 semillas/m²). En el presente trabajo, se encontraron producciones de semillas (espiguillas) de *M. repens* de 94 a 206 kg/ha en condiciones naturales, lo cual indica que esta especie tiene altos niveles de producción de semilla, lo cual es un factor que ayuda a su capacidad de invasión, concluyendo de manera generalizada que, a pesar de que en 2009 la precipitación fue menor a la del 2008, esto no disminuyó la producción de semilla, sino que fue mayor. Esto indica que cuando la precipitación es escasa, la planta da prioridad a la función de reproducción, lo cual es una estrategia de adaptación a las condiciones de escasez de humedad. Otros autores han reportado densidades de 1677 semillas/m² en suelo invadido por este pasto (Hernández-Quiróz, 2009). Jurado *et al.* (2006), en pastizales semiáridos en Jalisco, encontraron una producción baja de semillas de *Bouteloua gracilis* (8kg/ha), la cual aumentó dramáticamente al aplicar biosólidos llegando hasta 269 kg/ha. Por su parte Eguiarte y Gonzalez (1995), reportan producciones promedio de semillas de pastos introducidos en el Sur de Jalisco, de 45 kg/ha para *Adropogon gayanus*, 69 kg/ha para *Panicum coloratum* y 35 kg/ha para *Pennisetum ciliare*. Stokes *et al.* (2011), señalan que el pasto Natal ó Rosado es una especie invasora que ha incrementado su grado como especie problemática en el estado de Florida, EE. UU. y otras regiones tropicales y sub-tropicales del mundo y concluyeron en su investigación que es un productor muy prolífico de semilla y que la germinación de ésta ocurrió independientemente del régimen de luz impuesta a las semillas entre 15 y 35 °C de temperatura, con un óptimo entre 20 y 35 °C. La germinación resultó afectada por el pH del

suelo, encontrando germinaciones de semilla con niveles pH entre 6-8, y finalmente, el estrés hídrico afectó su germinación encontrando germinación nula cuando el potencial osmótico fue de -0.2 MPa. Jurado *et al.* (2006), en pastizales semiáridos en Jalisco, encontraron una germinación baja de semillas de *B. gracilis* (8 %), la cual aumentó dramáticamente al aplicar biosólidos de planta de tratamiento de aguas en el pastizal, llegando hasta 28 %. En otro trabajo se comparó la germinación de semilla de gramíneas nativas e introducidas, donde *M. repens* presentó una germinación de 31%, la cual fue superior a *E. lehmanniana* (3%) pero menor a *E. cúrvula* (67%), *E. superba* (89%) y *P. coloratum* (61%), así como a las nativas *B. gracilis* (68%) y *B. curtipéndula* (60%), determinando finalmente que el lavado de la semilla favoreció la germinación de *Eragrostis* spp., mientras que la esterilización del suelo inhibió la germinación de *B. curtipendula* y *E. curvula*, lo que sugiere la presencia de microorganismos patógenos y benéficos específicos que afectan la germinación de estas especies (Carrillo *et al.*, 2009).

Comentarios finales

Es pertinente considerar que no solamente el pasto Rosado representa una gran amenaza para la conservación de la diversidad biológica en los ecosistemas de pastizales de México sino varias especies más. Perry *et al.* (2004), sugieren que es un enorme reto para todos el conservar esa riqueza biológica y un enorme reto para los manejadores de recursos naturales. Si bien el *Melinis repens* es una especie exótica en México podría considerarse como una planta naturalizada por los años que tiene presente en ecosistemas naturales de la República. Algunos ganaderos de la región del Centro del país la consideran como es planta benéfica, desde el punto de vista forrajero, pues señalan que crece rápido al inicio de la temporada de lluvias y permanece verde tarde en el otoño, proveyendo de nutrientes a sus animales, comparado con otras especies nativas. Otros, en cambio, la catalogan como una planta que el ganado no consume por tener pobre apetencia. Lo cierto es que es una gramínea que puede establecerse en sitios inhóspitos, erosionados. Desde ese punto de vista, es una especie cuyo nicho ecológico es precisamente el de retener suelo, proveer de materia orgánica y forraje a animales en pastoreo ya sea domésticos ó fauna silvestre, inducir a la infiltración de agua, y probablemente a la captura de carbono del ambiente. Actualmente en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, se lleva a efecto un trabajo de investigación para determinar el efecto del fuego en la calidad de forraje de *M. repens* y nutrientes del suelo, incluyendo entre otras variables su relación con el carbono orgánico. Se deben aprovechar todas las estrategias de manejo posibles para manejar esta especie en beneficio del hombre, ya que ha colonizado muchos lugares donde dada la topografía y condición del suelo hacen prácticamente impensable sustituirla por otra u otras nativas de mayor calidad forrajera. Efectivamente es un reto no solamente para los manejadores de recursos naturales, sino para los tomadores de decisiones en la conservación de los recursos genéticos nativos, impedir se siga expandiendo la superficie dominada por plantas invasoras. Esto se logra simplemente atendiendo los principios básicos en los que se funda el Manejo del Pastoreo como son: ajuste de carga animal, adecuada estación de pastoreo, grado de utilización del forraje y adecuada clase y tipo animal, finalmente el manejo de pastizales no es solamente una ciencia sino un arte.

Literatura Citada

- Aliscioni, S. S., L. M. Giussani, F. O. Zuloaga, and E. A. Kellog. 2003. A molecular phylogeny of *Panicum* (Poaceae : Paniceae) : tests of monophyly and phylogenetic placement within the Panicoideae. *American Journal of Botany* 90 : 798-821.
- Arriaga, L., A. Castellanos, E. Moreno, and J. Alarcón. 2004. Potential ecological distribution of alien invasive species and risk assessment : a case study of buffel grass in arid regions of México. *Conservation Biology* 18 (6) : 1504-1514.
- Bogdan, A. V. 1997. Pastos tropicales y plantas de forraje. 1ª ed. AGT Editor. México. P. 233.
- Brooks, M. L., C. M. D'Antonio, D. M. Richardson, J. B. Grace, J. E. Keely, J. M. DiTomaso, R. J. Hobbs, M. Pellant, and D. Pyke. 2004. Effects of invasive alien plants on fire regimes. *Bioscience* 54 (7) : 677-688.
- Cárdenas, C. M. E. 1977. Autoecología del pasto "natal" *Rhynchelytrum roseum* (Ness.) Stapf & Hubb. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Carrillo, S., T. Arredondo, M. E. Huber-Sannwald, y R. Flores, J. 2009. Comparación en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas entre gramíneas nativas y exóticas del pastizal semiárido. *Técnica Pecuaria en México* 47 (3) : 299-312.
- Chambers, N. y H. T. Oshant. 2004. Plantas Invasoras del Desierto Sonorense: Una Guía de Campo. Sonoran Institute. Environmental Education Exchange. National Fish and Wildlife Foundation.
- Clayton, W.D. and S. A. Renvoize. 1986. Genera *Graminum*. Grasses of the world. *Kew Bulletin, Additional Series* 13 : 1-389.
- Dávila, P., M. T. Mejía-Saulés, M. Gómez-Sánchez, J. Valdés-Reyna, J. J. Ortiz, C. Morín, J. Castrejón, y A. Ocampo. 2006. Catálogo de las Gramíneas de México. Universidad Nacional Autónoma de México-UNAM y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-CONABIO. 671 P.
- Desai, B. B. 2004. *Seeds Handbook: Biology, Production, Processing, and Storage*. (2nd Ed.). New York: Marcel Dekker Inc.
- Díaz Romo, A., E. Flores, A. A. de Luna, J. J. Luna, R. J. T. Frías, H. y V. Olalde, P. 2012. Biomasa aérea, cantidad y calidad de semilla de *Melinis repens* (Willd.) Zizka en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 3 (1) : 33-47.
- DiTomaso, J. M., M. L. Brooks, E. B. Allen, R. Minnich, P. M. Rice, and G. B. Kyser. 2006. Control of invasive weeds with prescribed burning. *Weed Technology* 20 : 535-548.
- Ehinrich, J. H. and J. M. Aikman 1963. An ecological study of certain management practices on native prairie in Iowa. *Ecological Monographs* 33 : 113-130.
- Edwards, E. J. 2012. New grass phylogeny resolves deep evolutionary relationships and discovers C₄ origin. *New Phytologist* 193 : 304-312.
- Eguiarte, V. J. A. y S. González, A. 1995. Producción de semilla y forraje de pastos Tropicales en el Sur de Jalisco. *Técnica Pecuaria en México* 33 (2) : 105-111.
- Enríquez-Quiroz, J. F., A. R. Quero, C. A. Hernández, G. y E. García, M. 2006. Azuche *Hymenanche amplexicalis* (Rudge) Ness., forage genetic resources for floodplains in tropical México. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53 : 1405-1412.
- Esqueda, C. M. H., A. C. Melgosa, C. M. Sosa, R. R. Carrillo, y C. J. Jiménez. 2005. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferentes secuencias de humedad/sequía en tres tipos de suelo. *Téc. Pec. en México* 43 (1) : 101-115.
- Flanders, A. A., W. P. Kuvlesky, D. C. Ruthven, R. E. Zaiglin, R. L. Bingham, T. E. Fulbright, F. Hernandez, and L. A. Brennan. 2006. Effects of invasive exotic grasses on south Texas rangeland breeding birds. *The Auk* 123 (1) : 171-182.
- Flores-Ancira, E., J. T. Frías, H. P. J. Guerra, J. de D. Figueroa, C. V. Olalde, P. y A. G. Valdivia, F. 2006. Influencia del gatuño (*Mimosa monancistra* Benth.) en la infiltración de agua y cantidad de forraje en pastizales con diferente grado de disturbio en el altiplano central mexicano. *Técnica Pecuaria en México* 44 (1) : 27-40.
- Flores-Ancira, E. 2011. Informe final del proyecto Contribuciones al Estudio Autoecológico de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, en Aguascalientes, México. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Dirección General de Investigación y Posgrado.
- Giussani, L. M., J. H. Cota-Sánchez, F. O. Zuloaga, and E. A. Kellog. 2001. A molecular phylogeny of the grass subfamily Panicoideae (Poaceae) shows multiple origins of C₄ photosynthesis. *American Journal of Botany* 88 : 1993-2012.
- Gómez-Martínez, R. and A. Culham. 2000. Phylogeny of the Subfamili Panicoideae with emphasis on the tribe Paniceae : evidence from the trnL-F chloroplast DNA region. Pp 136-140 *In* : S. W. L. Jacobs & J. Everett (Eds.). *Grasses : Systematics and Evolution*. Collingswood, Victoria : CSIRO Publishing).
- Gould F. W. 1975. *The Grasses of Texas*. 1975. TAES-Texas Agricultural Experiment Station. Texas A&M University Press. College Station, Texas. 653 P.

- Grant, S. A., R. F. Hunter, and C. Cross. 1963. The effects of muirburning *Molina* dominant communities. *Journal of British Grassland Society* 18 : 249-257.
- Grime, J. P. and R. Hunt. 1975. Relative growth-rate : its range and adaptive significance in a local flora. *Journal of Ecology* 63 : 393-422.
- Hacker, J. B. 1984. Genetic variation in seed dormancy in *Digitaria milanijana* in relation to rainfall at the collection site. *Journal Applied Ecology* 21:947-959.
- Hacker, J. B. and D. Ratcliff. 1989. Seed dormancy and factors controlling dormancy breakdown in buffel grass accessions from contrasting provenances. *Journal Applied Ecology* 26:201-212.
- Hernández-Quiroz, N. S. 2009. Viabilidad y Crecimiento del Zacate Rosado *Melinis repens* (Willd.) Zizka. Tesis de Maestría-Área Manejo de Recursos Naturales. Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Secretaría de Investigación y Posgrado. 47 P.
- Herrera-Arrieta, Y. 2001. Las Gramíneas de Durango. Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR IPN Unidad Durango y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-CONABIO (Iª Ed.). Durango, Dgo., México. 478 P.
- Herrera Arrieta, Y. y D. Pámanes-García. 2010. Guía de Pastos de Zacatecas. Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR-IPN Unidad Durango y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-CONABIO (Iª Ed). 178 P.
- INIFAP- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 1998. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. Área de Influencia del Campo Experimental. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Pabellón. Pabellón, Aguascalientes, México. 428 P.
- James, J. J. and R. E. Drenovsky. 2007. A basic for relative growth rate differences between native and invasive forb seedlings. *Journal of Rangeland Ecology and Management* 60 (4) : 395-400.
- Jurado, G. P., L. F. Negrete, R. M. J. Arredondo, T. M. García, H. 1990. Evaluación de especies nativas e introducidas bajo condiciones del altiplano central mexicano. *Técnica Pecuaria en México* 28 (1) : 40-44.
- Jurado, G. P., M. Luna, L. R. Barretero, H. M. Royo, M. y A. Melgoza, C. 2006. Producción y calidad de forraje y semilla del zacate navajita con la aplicación de biosólidos en un pastizal semiárido de Jalisco. *Técnica Pecuaria en México* 44 (3) : 289-300.
- Jurado, G. P., C. Ortega, O. y C. Pinedo, A. 2008. Zacate rosado (*Rhynchelytrum repens*), una especie invasora en la región centro-sur del estado de Chihuahua. *En* : H. Díaz, S., L. Pérez, R, y L. M. López, O. (Eds.). *Memorias de V Simposio Internacional de Pastizales*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- March, M. I. J. y M. Martínez, J. 2007. Especies Invasoras de Alto Impacto a la Biodiversidad-Prioridades en México. IMTA-CONABIO-GECI-Arid America-The Nature Conservancy. Jiutepec, Morelos.
- Masters, R. A. and R. L. Sheley 2001. Principles and practices for managing rangeland invasive species. *Invites Synthesis Paper*. *Journal of Rangeland ecology and Management* 54 : 502-517.
- McVaugh R. Flora Novogaliciana-A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico. Volume 14 "Gramineae". Willian R. Anderson (General Editor). The University of Michigan Press. Ann Arbor, Michigan. 436 P.
- Muranaka, T. and Washitani, I. 2004. Aggressive invasion of *Eragrostis curvula* in gravelly floodplains of Japanese rivers : current status, ecological effects and countermeasures. *Global Environmental Research* 8 (2) : 155-162.
- Nicora, E. G. y Z. R. de Agrasar. 1987. Los Géneros de Gramíneas de América Austral. Argentina, Chile, Uruguay, y Áreas Limitrofes de Bolivia, Paraguay y Brasil. Hemisferio Sur (ED.). Buenos Aires, Argentina. 611 P.
- Osborne, C. P., V. Visser, V. Chapman, S. A. Barker, R. P. Freckleton, N. Salamin, D. Simpson, and V. Uren. 2011. GrassPortal : an on line ecological and evolutionary data facility. [WWW document]. URL: <http://www.grassportal.org>.
- Parra, P. K. S., N. P. M. Acosta, M. E. O. Torres, C. A. Pinedo, A. C. Melgoza, C. S. Verín, 2011. Modelos topo-climáticos para caracterizar áreas invadidas por el zacate rosado (*Melinis repens*) en el municipio de Satevó, Chihuahua, México. *En* : *Memorias del 2º Congreso Internacional de Manejo de Pastizales*. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.
- Perry, L., S. M. Galatowitsh, and C. J. Rosen. 2004. Competitive control of invasive vegetation : a native wetland sedge suppresses *Phalaris arundinacea* in carbon- enriched soil. *Journal of Applied Ecology* 41 : 151-162.
- PMARP. 2012. Plan Maestro de la Alianza Regional para la Conservación de los Pastizales del Desierto Chihuahuense. J. C. Guzman Aranda, J. Hoth, y H. Berlanga (Eds.). Comisión para la Cooperación Ambiental-C. C. A. Montreal. 64 P.

- Renvoize, S. A. and W. D. Clayton. 1992. Classification and evolution of Grasses. Pp. 3-37 In : G. P. Chapman (Ed.). Grass Evolution and Domestication. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Rzedowsky, J. 1988. Vegetación de México. Editorial LIMUSA, México, D. F. 432 P.
- Sax, D. F., D. Gaines, and J. J. Stachowics. 2005. Species invasions : insights into ecology, evolution and biogeography. Sinauser Associates, Inc. Publishers. Massachussetts.
- Stokes, A., G. E. MacDonald, C. R. Adams, K. A. Langeland, and D. L. Miller. 2011. Seed biology and ecology of Natalgrass (*Melinis repens*). Weed Science 59 (4) : 527-532.
- Torres, O. M. E., R. J. J. Sánchez, C. A. Melgoza, Q. N. S. Hernández, y A. C. Pinedo. 2011. Caracterización físico-ambiental de áreas invadidas por zacate rosado (*Melinis repens*) en Chihuahua, México. En : Memorias del 2º Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.
- Vásquez, Y. C y A. Orozco, S. 1996. Degradación y Destrucción de Ecosistemas. La Destrucción de la Naturaleza. SEP-CONACYT. México, D. F.
- Watson, L. and M. J. Dallwitz. 1992. The grass genera of the world: description, illustrations, identification, and information retrieval; including synonyms, morphology, anatomy, physiology, phytochemistry, cytology, classification, pathogens, world and local distribution, and references. Version: 23 April 2010. [WWW document]. URL: <http://delta.intkey.com/grass>.
- Williams, D. G. and Z. Baruch. 2000. African grass invasion in the Americas : ecosystem consequences and the role of ecophysiology. Biological Invasions 2 : 123-140.
- Yuan, J. G., W. Fang, L. Fan, Y. Chen, D. Q. Wang, and Z. Y. Yang. 2006. Soil formation and vegetation establishment on the cliff face of abandoned quarries in the early stages of natural colonization. Restoration Ecology 14 (3): 349-356.

GRAMÍNEAS INTRODUCIDAS: IMPORTANCIA E IMPACTO EN ECOSISTEMAS GANADEROS DE MÉXICO

Pasto Llorón (*Eragrostis curvula* (Schrader) Nees)

Carlos R. Morales Nieto

Profesor Investigador. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, Chih.

Descripción Botánica

Llorón *Eragrostis curvula* (Schrader) Nees., es un pasto perenne, amacollado que alcanza hasta 1.8m de alto. Presenta tallos de 75 a 150cm de altura, ocasionalmente ramificados y con raíces en los nudos inferiores, frecuentemente con anillos glandulares en los nudos. Presenta hojas de 20 a 30cm de largo y 1.0 a 1.5mm de ancho. Las hojas miden más de 50cm de longitud y de 1 a 5mm de ancho, alternas, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo, con las venas paralelas, divididas en dos porciones; la inferior, llamada vaina, envuelve al tallo, más corta que el entrenudo; las vainas de las hojas inferiores, con abundantes tricomas y lámina muy larga, angosta, enrollada (las de las hojas inferiores arqueadas y dirigidas hacia el suelo); entre la vaina y la lámina, por la cara interna, se presenta una franja de abundantes tricomas, llamada lígula. La inflorescencia es una panícula abierta de 25 a 40cm de largo y 8 a 12cm de ancho, ubicada en la punta del tallo, compuesta de numerosas espigas ascendentes y distanciadas entre sí, que frecuentemente presentan glándulas. Las espigas inferiores pueden presentar pelos en las axilas. En cada espiga se disponen numerosas espiguillas. Las espiguillas casi sésiles y comprimidas lateralmente. Las flores son muy pequeñas y se encuentran cubiertas por una serie de brácteas, sin aristas. Tiene una sola semilla fusionada a la pared del fruto llamada cariopsis (FAO, 2011; Cook *et al.*, 2005; Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Origen genético y arribo

Eragrostis curvula es originario del sur de África. Actualmente esta ampliamente naturalizado y se encuentra en Norteamérica, Brasil, Norte de África y Australia. Crece en áreas disturbadas, sobrepastoreadas, orillas de carretera (Quattrocchi, 2006). Pasto perenne originario o nativo de Sudáfrica. Introducido en el sur de Estados Unidos, México, Costa Rica, Uruguay, Argentina, partes de Europa, Asia y Oceanía. Llegó a México y se ha detectado en varios estados del norte y centro del país (Rzedowski y Rzedowski, 2001; Ackerman *et al.*, 1987). Villaseñor y Espinosa (1998), lo reportan en Coahuila, Estado de México, Michoacán y Sinaloa. En Tlaxcala hay poblaciones grandes en varios sitios. Las tendencias en la distribución en México son posiblemente en expansión. El estatus migratorio en México de este pasto lo reconoce como una especie exótica.

Citología y tipo reproductivo

Los complementos cromosómicos de los cinco tipos morfológicos de *Eragrostis curvula* (curvula, chloromelas, azul robusta, verde robusta y robusta intermedia), varían desde el nivel tetraploide ($2n = 4x = 40$) hasta el nivel octaploide ($2n = 8x = 80$). No se han encontrado plantas diploides ($2n = 2x = 20$) o aneuploides, en cepas estudiadas. El número de cromosomas asociado con los diferentes tipos morfológicos son los siguientes: curvula ($2n = 4x = 40$), robusta verde ($2n = 6x = 60$), robusta azul ($2n = 7x = 70$) y chloromelas ($2n = 4x =$

40; $2n = 8x = 80$). El comportamiento meiótico ($2n = 6x = 60$; $2n = 7x = 70$; $2n = 8x = 80$) de los cromosomas de las plantas fue muy irregular. Numerosas cromosomas rezagados en anafase I, resultan en disyunciones cromosómicas no balanceadas; por tanto, alta frecuencia de las microsporas destinadas a ser no funcionales o que poseen números de aneuploides. La uniformidad morfológica y el número constante cromosómico de las plantas con alta evidencia de meiosis irregular, evidencia que el complejo de *E. curvula*, se reproduce por un mecanismo apomítico. Parece haber pocas dudas de que el número básico de cromosomas del género *Eragrostis* es $X = n = 10$.

Los siguientes complementos cromosómicos han sido identificados:

1. Conferta: $2n = 2x = 20$ (sexual) ó $2n = 4x = 40$ (apomítico)
2. Curvula: $2n = 4x = 40$
3. Robusta: $2n = 5x = 50$ hasta $2n = 8x = 80$
4. Robusta: $2n = 2x = 20$ (PI 299920)
5. Chloromelas: $2n = 4x = 40$; $2n = 8x = 80$

El número base de cromosomas es $x = 10$.

Se determinó que en *E. curvula* el/los gen/es que controlan la apomixis se encuentran localizados en un sector de un cromosoma que ha sufrido alteración (posiblemente inversión). Los genes ubicados cerca y dentro de esta región están inactivados, dando origen a la apomixis. Se caracterizó a nivel molecular el desarrollo en los órganos reproductivos de plantas apomíticas de *E. curvula*, comparándolo con el de plantas sexuales. De esa manera, se logró identificar numerosos genes que presentaban actividad o estaban inhibidos (silenciados) únicamente en la planta apomítica. Algunos de éstos se localizan en la región que gobierna el carácter (Mecchia *et al.*, 2007).

Tipo reproductivo. Llorón es una especie apomítica gametofítica obligada. Su mecanismo es diplosporia seguido por pseudogamia con saco embrionario tipo antennaria, procedente de dos o más divisiones celulares de la célula madre de la megaspora. La polinización parece ser necesaria para la formación de semilla, ya que los embriones no se desarrollan hasta varias horas después de la anthesis. Estudios de campo indican que el llenado de la semilla en plantas con aislamiento de espacio es igual de bueno que cuando las plantas tienen polinización cruzada. Las plantas aisladas a partir de semillas de polinización abierta de esta especie no produjeron variantes reconocibles. Aunque la posibilidad de reproducción sexual con autopolinización, no puede excluirse, se postula en base a observaciones citológicas que el mecanismo de reproducción es diplosporia, seguido por pseudogamia.

El modo de reproducción de *E. curvula* es la apomixis, considerada como reproducción clonal a partir de la formación de semillas que portan un embrión genéticamente idéntico a la planta materna. (Cardone *et al.*, 2006). Estas plantas apomíticas no siguen las etapas normales de la reproducción sexual: no reducen a la mitad el contenido de cromosomas durante la formación de las células reproductivas (gametos), ni tampoco llevan a cabo la fecundación, salvo para generar en algunos casos el endospermo de la semilla. Los embriones se originan a partir de células maternas, pero lo hacen siempre dentro de los confines del óvulo. Se forma así una semilla verdadera y perfecta, que contiene adentro un individuo genéticamente idéntico a la planta materna. Durante la reproducción sexual una célula del óvulo (célula madre de la megaspora) inicia un proceso de reducción meiótica que concluye con la formación de cuatro megasporas haploides. En la mayoría de las angiospermas sólo una de las megasporas es

funcional (las demás degeneran) y se divide por mitosis para formar un saco embrionario octanucleado integrado por una célula huevo, dos sinérgidas, dos núcleos polares y tres antípodas.

Estrategia de Propagación y Dominancia Ecológica

Alelopatía

Llorón es una especie que ha mostrado patrones de alelopatía o alelopático y ha mostrado un soporte relativamente puro en el campo. El rendimiento reducido en la segunda cosecha se atribuye principalmente a un mecanismo de auto-intoxicación.

Adaptación

Se adapta fácilmente a suelos arcillo-arenosos, arcillo-limosos, arenosos, francos y bien drenados, en rangos de pH entre 7 y 8.5 pero puede crecer también en suelos con pH hasta de 4.5 (FAO, 2011; Cook *et al.*, 2005). Se adapta bien en áreas con promedio mayor a los 300 mm de precipitación anual. Se caracteriza por ser resistente a sequía y a heladas, motivo por el cual se recomienda para rehabilitación de agostaderos. Las condiciones climáticas determinan su rango de adaptación.

Crecimiento

Entre las condiciones que requiere el pasto Llorón para su crecimiento se incluyen las siguientes: rango de pH del suelo de 4.5 a 8.5, rango de precipitación de 300 a 380 mm anuales, utilizando una densidad de siembra de 1.5 a 2.0 Kg SPV/h. Crece en lugares con un mínimo de 160 días libres de heladas. Tiene baja tolerancia a salinidad y tolera bien los carbonatos de calcio.

Otras estrategias

Llorón es una especie que crece en la estación de verano (desde el inicio de la primavera hasta finales de otoño (Cook *et al.*, 2005). Se encuentra desde el Ecuador hasta los 34°S y desde el nivel del mar hasta los 3500 m de altitud. Crece mucho mejor en rangos de temperaturas que van desde los 17°C hasta los 32°C y en aéreas donde la precipitación media anual esta entre los 500 y 1000 mm (FAO, 2011; Cook *et al.*, 2005; Partridge, 2003).

Ventajas y Desventajas de su Utilización

Las ventajas para utilizar este pasto incluyen: crece y se desarrolla en suelos de baja fertilidad; es de fácil establecimiento en programas de resiembras; presenta buena tolerancia a frío y es resistente a la sequía. Es una excelente especie para control de erosión y tiene una estación muy amplia de crecimiento. Además, es fácil de mezclarse con otras especies para su siembra y se puede utilizar intensivamente. Persiste bien al pastoreo y responde bien a la fertilización nitrogenada y buena posee buena apetencia para el ganado. Entre las desventajas de esta especie es que no se adapta a suelos pesados, su valor nutricional disminuye rápidamente, puede llegar a considerarse como maleza y no tolera el encharcamiento.

Establecimiento y colonización

Es un pasto fácil de establecer por semilla. Cuando se siembra solo se utiliza una densidad de siembra de 3 a 4 kg de SPV/ha y de 1 a 2 kg de SPV/ha cuando se mezcla con otras especies. La germinación de la semilla y crecimiento de plántula son rápidos. La semilla es muy fina por lo que requiere de equipo especial para la siembra. Cuando la siembra se hace a voleo o manual, se puede mezclar con algún diluyente como arena, para facilitar la distribución. La

semilla no se debe cubrir más de un centímetro en suelos arenosos y medio centímetro en suelos arcillosos.

Calidad forrajera y persistencia bajo pastoreo

Presenta buen valor forrajero, principalmente cuando se encuentra en crecimiento, con 12-14% de proteína cruda (PC) y 0.07% de fósforo. Sin embargo, al llegar a latencia, su contenido de proteína y fósforo disminuye a 4-5% y 0.08%. Presenta digestibilidad de 65% en primavera, 49% a mediados del verano y 50% a mediados del invierno. Contiene un rango de PC de 17.5% en primavera, hasta 6.25%, a mediados del verano y 9.4%, a mediados del invierno (Strickland, 1973). Debido a su corta duración, Llorón no requiere manejo específico. Es muy consumido por el ganado y debe ser protegido. Se han reportado rendimientos de MS del 1ro de Julio al 22 de noviembre, desde 3 178 kg ha⁻¹, sin fertilizar y 8 502 kg ha⁻¹, fertilizando con 224 kg de N y 45 kg de P por hectárea. Sin embargo, al fertilizar con 450 kg de N, 38 kg de P y 58 kg de K por hectárea, se obtuvieron rendimientos de 5 930 kg MS ha⁻¹. En el norte de México se han obtenido producciones de 2 300 a 2 800 kg MS/ha⁻¹ en áreas con 350mm de precipitación anual. Lo mejor es someterlo a pastoreo rotacional para conservar su establecimiento, se recomienda una presión moderada de pastoreo.

Producción de semilla

Para producir semilla bajo condiciones de riego, es necesario preparar el área con barbecho, rastra cruzada y formación de surcos, espaciados a 85-90 cm. La siembra se hace de abril a junio, aplicando una densidad de 1.0 a 1.5 Kg de SPV/ha⁻¹, mezclando la semilla con arena para facilitar su distribución, colocando la semilla a una profundidad de 4 a 7 mm. Responde bien a la fertilización, pero es necesario controlar maleza. La cosecha de semilla se realiza cuando ésta se encuentre en estado pastoso medio. Se pueden obtener dos cosechas por estación. Se pueden obtener de 50 a 140 Kg de semilla/ha⁻¹, bajo condiciones de temporal. Bajo condiciones de riego y fertilización, se pueden obtener rendimientos de 250 a 350 Kg/ha⁻¹. Sin embargo, se han reportado rendimientos desde 320 hasta 450 Kg/ha (Crider, 1945). En Llorón, se han obtenido rendimientos de semilla desde 30 hasta 225 Kg/ha con rendimientos máximos reportados de 500 Kg/ha. La panícula de Llorón produce de 300 a 1000 semillas y el número de espiguillas por gramo es de 2 165 (Crider, 1945)

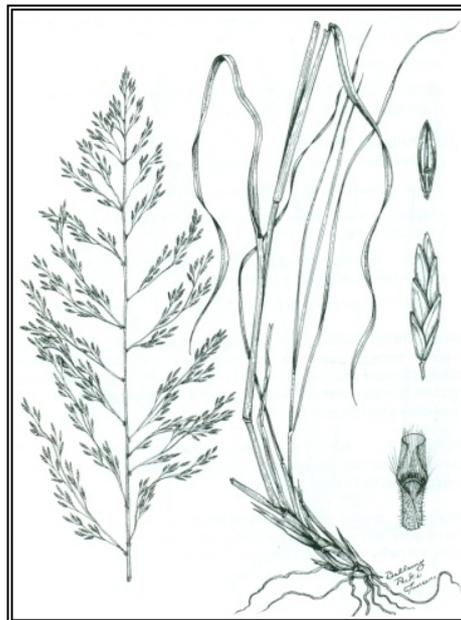
Demanda de nutrientes

Una de las ventajas que presenta Llorón es su habilidad para mantener su nivel de PC, debido a su capacidad competitiva. Tiene un sistema radicular vigoroso, que le permite interceptar nutrientes alrededor de los sistemas radiculares de vecinos, principalmente en suelos arenosos. De igual modo, produce sombra en especies vecinas y limita su crecimiento. Sombra y frecuentes defoliaciones de leguminosas, afectan a los tipos de formación y descomposición de las raíces y los nódulos. El pastoreo en el otoño es perjudicial porque estimula el crecimiento de las plantas, lo cual reduce las reservas de carbohidratos y predispone a Llorón a daños producidos por frío (Dahl y Cotter, 1984).

Efectos de su Dominancia Sobre la Vegetación Nativa

Pastizales resembrados con Llorón y pastoreados con bovinos, han logrado ganancias de peso de un 30 a un 40% superior a los obtenidos en pastizales nativos (Esqueda y Carrillo, 2001). Los incrementos en la producción de carne por hectárea de un 62 a un 76%. Llorón presenta alta producción de forraje, ya que superó en 300% a la producción obtenida en pastizal nativo.

Agostaderos resemebrados con Llorón pueden obtener producciones de carne de 136 kg ha⁻¹ en tres años, comparados con 84 kg ha⁻¹ en pastizales nativos (Esqueda y Carrillo, 2001).



Literatura Citada

- Ackerman B., A., E. Manrique F., V. Jaramillo L., P. Guerrero S., J. A. Miranda S., I. Núñez T. y A. Chimal H., 1987. Las Gramíneas de México, Tomo II. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México, D. F.
- Cardone S, Polci P, Selva JP, Mecchia M, Pessino SC, Herrmann P, Cambi V, Voigt P, Spangenberg G and Echenique V (2006) Novel genotypes of the subtropical grass *Eragrostis curvula* for the analysis of apomixis (diplospory). *Euphytica* 151 (2) 263-272.
- Cook, B. G.; Pengelly, B. C.; Brown, S. D.; Donnelly, J. L.; Eagles, D. A.; Franco, M. A.; Hanson, J.; Mullen, B. F.; Partridge, I. J.; Peters, M.; Schultze-Kraft, R., 2005. Tropical Forages: an interactive selection tool. CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia
- Crider, FJ. 1945. Three introduced lovegrasses for soil conservation. Circular No. 730. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 90 p. [73815]
- Dahl, B. E.; Cotter, P. F. 1984. Management of weeping lovegrass in west Texas. Management Note 5. Lubbock, TX: Texas Tech University, College of Agricultural Sciences, Department of Range and Wildlife Management. 4 p. [2699]
- Esqueda, C. M. H.; Carrillo, R. R. L., 2001. Forage and beef production with introduced grasses in Chihuahua Mexico. *Tecnica Pecuaria en México*, 39 (2): 139-152
- FAO, 2011. Grassland Index. A searchable catalogue of grass and forage legumes. FAO
- Quattrocchi, U., 2006. CRC World dictionary of grasses: common names, scientific names, eponyms, synonyms, and etymology. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, USA
- Partridge, I. J., 2003. Better pastures for the tropics and subtropics. Tropical Grassland Society of Australia
- Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Strickland, R. W., 1973. Dry matter production, digestibility and mineral content of *Eragrostis superba* Peyr and *E. curvula* (Schrad.) Nees at Samford, south-eastern Queensland. *Tropic. Grassl.*, 7 (2): 233-241
- Villaseñor R., J. L. y F. J. Espinosa G., 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Gramíneas Introducidas: Importancia e Impacto en Ecosistemas Ganaderos de México

Fijación de Nitrógeno en Gramíneas de Pastizal

Plascencia J. R.¹, R. Quintero E.¹, A. R. Quero C.¹

¹*Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Texcoco, Edo. de México. CP 56230. quintero@colpos.mx*

Pastizales áridos y disponibilidad de N

A nivel mundial, casi la mitad de la tierra libre de hielo es pastizal, el cual está principalmente compuesto de vegetación graminoide y arbustos. Estas tierras no pueden ser manejadas de forma intensiva, debido a que son demasiado secas para la producción de cultivos, a menos de que se desarrolle infraestructura y se aprovechen aguas geológicas a alto costo económico y ecológico (Miller, 1993). La producción en pastoreo es la aptitud natural de estos ecosistemas (Quero *et al.*, 2007) y cada región de pastizal posee una capacidad de carga de animales en pastoreo; esto es, un número máximo de herbívoros por área, sin que se afecten las reservas metabólicas de la vegetación para que se ponga en riesgo su sobrevivencia. La capacidad de carga del sistema está influenciada por la condición del sitio de pastizal, estación del año, historia de uso del pastizal, tipo de suelo, tipo de ganado y clima, principalmente. El mandamiento ecológico: “Thou shalt not transgress the carrying capacity” de Garret Hardin, ha sido escasamente respetado en las áreas de pastoreo en los pastizales de México (Hardin, 1968).

El Nitrógeno no es únicamente uno de los muchos factores necesarios para el óptimo crecimiento y desarrollo vegetal, sino el elemento que con mayor frecuencia los limita, dado que es constituyente esencial de enzimas, clorofila, ácidos nucleicos, proteínas, pared celular, entre otros. Su escasez tiene profundos efectos a nivel metabólico y, por tanto, en la supervivencia y productividad de las plantas. Por otra parte, en tierras agrícolas de alto potencial productivo, el uso indiscriminado de fertilizantes químicos ha ocasiona la contaminación de los mantos freáticos y suelo; sin embargo, existen alternativas para reducir su uso e incrementar la producción mediante la utilización de bacterias promotoras del crecimiento, éstas estimulan tanto la fijación de N atmosférico como la producción de metabolitos secundarios, los cuales son benéficos por el aumento del tamaño de componentes morfológicos resultado de la potenciación del aprovechamiento de nutrientes. Por lo tanto, una alternativa de bajo costo es la elaboración de inoculantes con microorganismos benéficos promotores del crecimiento vegetativo.

La disponibilidad y movilidad de nutrientes constituye una función indispensable correlacionada con la disponibilidad de energía solar (Briske y Heidschmidt, 1991); por su parte, la fotosíntesis se incrementa linealmente en amplio rango de concentraciones foliares de N (Field y Mooney, 1986) y las plantas asimilan nutrientes esenciales desde un ambiente abiótico, los cuales, son subsecuentemente utilizados por el ganado en pastoreo y sin importar en que fase de la cadena del ciclo de los nutrientes se incorporan, éstos eventualmente regresan a su forma inorgánica después de la descomposición de la materia orgánica por los microorganismos del suelo (Stanton, 1988). Con el uso de fertilizantes, la volatilización de NH₃ genera pérdidas importantes de N en los sistemas agrícolas, el principal ingreso de NH₃ a la atmósfera resulta de los sistemas de producción animal en praderas irrigadas y fertilizadas;

las pérdidas pueden llegar a $1 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ cuando el ganado pastorea praderas de ryegrass con altos niveles de fertilización (Jarvis *et al.*, 1989). Similarmente, el uso de fertilización nitrogenada en 11% de la superficie del planeta, de manera ineficiente, ha incrementado el contenido de nitratos en las reservas acuíferas fósiles y superficiales, así como los niveles de amonio y óxidos de N en la atmósfera producidos por volatilización y denitrificación desde el suelo y excretas animales (Newbould, 1989). Por tanto, el uso eficiente de la aplicación de N es de gran importancia. La disponibilidad de nutrientes define la capacidad de las plantas para adquirir y procesar la energía solar. El pastoreo afecta el ciclo de nutrientes mediante aceleración de la tasa de conversión de nutrientes desde una forma orgánica a una forma inorgánica, mediante masticado y eliminación de excretas (mineralización); lo anterior, mediante reducción del tamaño de partícula y la rumia, promoviendo un ambiente adecuado para la actividad de microorganismos. Los rumiantes retienen una parte de energía y nutrientes contenidos por las plantas, regresando al sistema la mayoría de los nutrientes mediante heces y orina. Los nutrientes eliminados en orina son inorgánicos e inmediatamente disponibles para las plantas; contrariamente, los nutrientes de las heces se encuentran en formas orgánicas y deben ser mineralizados previamente a su aprovechamiento por las plantas (Briske y Heitschmidt, 1991). Esta aceleración también expone a los nutrientes a ser perdidos del sistema mediante volatilización, lixiviado, erosión del suelo (Floate, 1981)

Tradicionalmente, las leguminosas han sido reconocidas como importantes fijadores de N atmosférico; éstas pueden llegar a fijar hasta $300 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Graham y Vance, 2003; Crews, 1999), conforman una de las principales familias vegetales con cerca de 600 géneros y 18 000 especies (Lim y Burton, 1981) y América tropical ha sido referida como fuente importante de especies útiles para mejorar la condición del N en el suelo y posible utilización en pastoreo (Shelton, 2005). Otras ventajas del uso de leguminosas para pastoreo incluyen: reducción de la variabilidad en la producción y calidad del forraje durante el año, promoción de la actividad biótica del suelo, fijación de C y buen potencial para estabilizar los parámetros de hato, entre otros. Por muchos años se ha postulado que la mejor pradera es la que incluye gramíneas asociadas con diversas leguminosas (Quero *et al.*, 2010); lo anterior, debido principalmente al efecto de las sequías, primeramente, sobre la productividad de gramíneas y la fluctuación en la calidad del forraje producido por éstas; segundo, reflejándose estos factores en la fluctuación de crecimiento del ganado en pastoreo durante el año y, similarmente, al elevado costo de utilizar alimento suplementario para mantener curvas óptimas de crecimiento del ganado y, por tanto, mantener eficiencia destacada de productividad del hato. La ganadería tradicional basada en gramíneas muestra variación en la productividad estrechamente ligada a la calidad del forraje (Niembro, 1992) y conjunción de condiciones óptimas de crecimiento del forraje: temperaturas adecuadas con buena disponibilidad de humedad (Quero *et al.*, 2010).

A pesar de sus amplias ventajas para impactar positivamente la estabilidad ecológica y productividad de los sistemas de pastoreo, la utilización de leguminosas no ha sido adoptada en México, por diversas razones: baja persistencia de leguminosas rastreras bajo pastoreo; baja disponibilidad de semilla de calidad, principalmente debido a la carencia de una entidad concentradora y programadora de la demanda de ésta; requisitos específicos para el establecimiento de praderas de leguminosas; requisitos diferenciales de manejo del pastoreo con respecto a las gramíneas; escaso conocimiento de las ventajas de su utilización que afecta el uso de leguminosas en praderas entre los productores, entre otros aspectos de importancia. Mientras la demanda y uso de leguminosas no se incrementa, un frente para el apoyo a los niveles de N en la pradera incluye el aprovechamiento de la capacidad de las gramíneas, especies dominantes en sistemas de pastoreo extensivo, para asociarse con bacterias y fijar N

atmosférico. Por tanto, la utilización de alternativas que permitan mejorar la condición de la disponibilidad de N en los sistemas de producción en pastoreo, aprovechando los recursos vegetales que predominan en éstos (gramíneas), es de gran importancia. Los ecosistemas áridos Americanos están siendo invadidos por especies exóticas con mejor capacidad de respuesta a diversos factores: corte, pisoteo, fuego, disponibilidad de N, entre otros. Por tanto, apoyar la selección de especies nativas con aptitudes destacadas para responder a estos factores apoyara la competitividad entre especies exóticas e introducidas. En los pastizales de California, se ha reportado que las especies nativas son desplazadas por especies exóticas que aprovechan eficientemente el N fijado por arbustivas (Thomsen *et al.*, 2006). La costa norte de California está siendo invadida por gramíneas europeas (Peart, 1989). *Holcus lanatus* y *Dactylis glomerata* sobrepasan en eficiencia competitiva por el N a las especies nativas (Van der Werf *et al.*, 1993). Las plantas responden a la deficiencia de N afectando el crecimiento y su fuente principal de N es la reducción de N₂ atmosférico mediante tormentas eléctricas; transformación microbiana por organismos del suelo, hacia formas iónicas solubles en agua y asimilables por las plantas (principalmente nitratos y amonio) y, a partir de la disociación microbiana de la materia orgánica contenida en el suelo.

Aprovechamiento del N

Como grupo, las bacterias utilizan fuentes inorgánicas de N: NH₄⁺, ion nitrato (NO₃⁻) y gas diN (N₂), siendo la segunda y tercer forma las menos difundidas. Los organismos que pueden asimilar NO₃⁻, lo reducen a ión nitrito (NO₂⁻) mediante la nitrato reductasa y posteriormente a NH₄⁺ por la nitrato reductasa asimiladora. Una vez que los seres vivos fenecen, organismos descomponedores convierten los compuestos de N en compuestos simples, tales como gas de amonio (NH₃) y sales solubles en agua con iones amonia (NH₄⁺) y posteriormente son convertidos en iones nitritos (NO₂⁻) ó nitratos (NO₃⁻) en el suelo y gas N-N₂, el cual se libera a la atmósfera para conformar el ciclo de este elemento. Debido a sus propiedades conformacionales y químicas los compuestos orgánicos nitrogenados, son base importante de la vida y, por tanto, el desarrollo vegetal requiere fuentes de N para la producción programada de proteínas, enzimas y tejidos de gran importancia: ADN, ARN, enzimas, entre otros. Normalmente, el suelo es deficiente en N para el desarrollo de los organismos; paradójicamente, la baja atmósfera esta constituida principalmente de N, 78%; sin embargo, éste está escasamente disponible y debe transformarse a formas asimilables para plantas y animales. En la atmósfera el N se encuentra en la forma de N₂, basado en enlaces triples N=N muy estables, lo que hace al N atmosférico de baja disponibilidad para los organismos. Algunos organismos de vida libre como simbioses, contienen un complejo enzimático que puede reducir este N₂ a compuestos iónicos solubles en agua como iones nitrato NO₃⁻ y de amonio NH₄⁺ (Miller, 1993; Moore *et al.*, 1995). La conversión de gas N de la atmósfera a formas asimilables por las plantas se denomina Fijación de N e implica la reducción de N₂ a NH₃ utilizando energía proporcionada directa ó indirectamente por la fotosíntesis de vegetal. Industrialmente, la fijación de una tonelada de N requiere la energía equivalente a siete barriles de petróleo (un barril de petróleo contiene 159 litros). Estimados del impacto económico de la fijación de N fueron realizados por Tauer (1989), quién indicó que la tecnología de Fijación Biológica de N posee alto valor social y puede beneficiar en 1000 millones de US dólares por efecto del mejoramiento de la fijación en leguminosas y, potencialmente, mayores beneficios.

Bacterias fijadoras de N

Se ha propuesto que bacterias endofíticas pueden ser de mayor impacto que las bacterias de la rizósfera para la promoción del crecimiento vegetal, debido a que éstas poseen un estrecho contacto con la planta (Döbereiner, 1992). Sin embargo, se ha demostrado que algunas cepas

de *Azospirillum brasiliense* poseen la habilidad para colonizar tejidos radicales internos en altas densidades, mientras que otras cepas están limitadas a la rizósfera y forman únicamente microcolonias sobre la superficie radical (Assmus *et al.*, 1995). Las bacterias endofíticas de los pastos han sido de gran interés, algunas especies como *Gluconacetobacter diazotrophicus* y *Azoarcus* spp. Cepa BH72, resultan de gran importancia y han sido evaluadas en caña de azúcar y *Leptochloa fusca* (L.) Kunth y, en el caso de *Azoarcus* spp., puede infestar en gran número, desde 108 a 1010 células por gramo de peso seco de raíz (Egener *et al.*, 1999; Krause *et al.*, 2006). La fijación de N ha sido estimada en *Leptochloa fusca* en condiciones de campo, indicando que hasta 26% del N utilizado durante la estación de crecimiento fue obtenido de la atmósfera en esta especie mediante la inoculación de bacterias diazotróficas: *Klebsiella* spp. y *Beijerinckia* spp., en condiciones de pastizales áridos (Malik *et al.*, 1988). En *Brachiaria decumbens* y *B. humidicola* se han reportado niveles de fijación de N de 53 y 23 kg ha por año (Franco s/f). Por otra parte, en *Paspalum notatum*, *Azotobacter paspali* ha sido estimado como fijador de 20 kg N ha⁻¹, comparado con el cultivar Pensacola. En *Panicum máximum*, se ha estimado una fijación de 5 a 10 kg N ha⁻¹ por mes, durante el verano (Behling y Boddey, 1987)

Haahtela *et al.* (1988), reportan que cepas de *Klebsiella pneumoniae*, *K. terrigena*, *Enterobacter agglomerans* y *Azospirillum lipoferum* en asociación con *Poa pratensis* y *Triticum aestivum* se asociaron principalmente en tricomas radicales a niveles de 104 y 107 colonias por raíz e indican que los cambios morfológicos inducidos por la bacteria en raíz pueden ser de mayor impacto que la cantidad de N transferido a la planta. En cultivos hortícolas (Bashan *et al.*, 1989), reportaron 5 X 10⁵ unidades precursoras de colonias por gramo de materia verde de raíces. La persistencia en pastizales de *Andropogon gerardii* sobre *Koeleria pyramidata* ha sido demostrada como influenciada por la presencia de hongos micorrízicos, dado que *A. gerardii* es dependiente en 98% de la presencia de la simbiosis, para cumplimentar sus requerimientos de P en condiciones limitativas; cuando no existe inoculación, *K. pyramidata* domina sobre *A. gerardii* (Hetrick y Wilson, 1989). Resultados de la importancia de la asociación con micorrizas fueron reportados para *Agropyron desertorum* y *A. spicatum* en competencia con el arbusto *Artemisia tridentata* con P marcado, indicando que *A. desertorum* posee mayor capacidad competitiva por P que las otras especies evaluadas (Caldwell *et al.*, 1985). Por otra parte, se ha reportado que los hongos micorrízicos pueden estar infestados con esporas de *Azospirillum* y mantener actividad nitrato reductasa aún cuando éstos han sido esterilizados superficialmente (Tilak *et al.*, 1989).

Azospirillum

Bacteria de vida libre que promueve el crecimiento vegetal debido a su habilidad de producir fitohormonas que mejoran la capacidad de crecimiento radical (Bashan, 1986), asimilación de agua y minerales (Dobbelaere *et al.*, 2001). Se han descrito siete especies de este género: *Azospirillum brasiliense*, *A. lipoferum*, *A. amazonense*, *A. holopraeferens*, *A. irakense*, *A. doebereineriae* y *A. largomobile*. *Azospirillum lipoferum* endofítico ha sido aislado de *Pennisetum purpureum*, *Miscanthus sinensis*, *M. sacchariflorus* y *Spartina pectinata* (Kirchhof *et al.*, 1997). La inoculación de estas bacterias comprende dos fases: 1) adsorción., rápida y reversible, proceso que puede llevar dos horas y 2) anclado, lento e irreversible, dado que comprende conexiones que toman horas en desarrollarse (Bashan *et al.*, 2004).

Azospirillum brasiliense es una bacteria del suelo gram-negativa y fijadora de N, que se asocia de manera simbiótica con la raíz de varias Poaceae, estimulando su crecimiento; sin embargo, a pesar de haber sido identificada en condiciones tropicales, su capacidad de asociación se ve afectada a temperaturas superiores a 40 °C (Bachhawat y Ghosh, 1989). Esta especie fue

originalmente aislada en *Cynodon dactylon* (Eskew *et al.*, 1977). La actividad nitrogenasa de varios diazótropos es inhibida de forma reversible por la adición de iones de amonio. La actividad se recupera completamente conforme se consume el NH_4 . Este fenómeno es denominado encendido/apagado (switch-on/switch-of) de la nitrogenasa (Zumft y Castillo, 1978). Tanto en *A. brasilense*, *A. lipoferum*, *Rhodospirillum rubrum* y *Rhodobacter capsulatus* la inactivación por la adición de NH_4 , de la nitrogenasa, se debe a inactivación de la proteína homodimérica de hierro por la transferencia de un residuo ADP-ribosil transferasa hacia una de las subunidades Arg-101, catalizada por la dinitrogenasa reductasa ADP- ribosil transferasa (DRAT). La actividad de la proteína de hierro es recuperada por la remoción de la ADP Ribosil-mioecia por la glicohidrolasa activadora de la dinitrogenasa reductasa (DRAG). Además del NH_4 , el sistema DRAT-DRAG responde a fluctuaciones en energía celular. La proteína férrica de *A. brasilense* es ADP-ribosilada bajo condiciones anaeróbicas y la de *R. capsulatus* ó *R. rubrum* es ADP-ribosilada mediante su transferencia a condiciones de obscuridad. La ADP-ribosilación ha sido descrita en *Azotobacter chroococcum* y es importante en una fracción del sistema de encendido/apagado de la nitrogenasa en este organismo por la adición de Amonio.

La eficiencia de fijación de N en pastos (Poaceae) tiene dos frentes principales: 1) la diversidad de cepas de bacterias en eficiencia para fijar N y la diversidad de recursos genéticos de gramíneas para asociarse con bacterias fijadoras. La cepa con mayor fijación de N puede no ser la de mayor facilidad de asociación con el pasto de interés. Teóricamente, la mayor eficiencia se alcanzará con la cepa con mayor capacidad de fijar N combinada con el ecotipo de pasto que desarrolle mayor número de colonias funcionales. Miranda y Boddey (1987), en un estudio comparando once genotipos de *Panicum máximum* e inoculados con una mezcla de 20 genotipos de inoculante de tres especies: *Azospirillum brasilense*, *A. amazonense* y *A. lipoferum*, contrastaron para determinar su capacidad de fijación de N. Durante cuatro meses, la proporción entre N originado del suelo y de la atmósfera fue diferente entre genotipos, los máximos valores se obtuvieron para dos genotipos con 10:28 y 7:15 (entre N atmosférico y total), lo que resultó en 35 y 46%, respectivamente, del total de N contenido en la planta. Estos resultados son informativos de la variabilidad intraespecífica existente entre genotipos para fijar N y la capacidad de la bacteria de asociarse con los genotipos. Los autores no diferenciaron entre estos aspectos y los valores menores fueron para 21% de N originario de la atmósfera.

Bacterias fijadoras de N de vida libre asociadas con gramíneas

1. Bacterias fijadoras de N de vida libre

Azospirillum, *Klebsiella*, *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Pseudomonas*, *Herbaspirillum*, *Enterobacter* y *Bacillus*, *Stenotrophomonas*, *Xanthomonas*, *Acinetobacter*, *Rhanella*, *Pantoea*, *Shinella*, *Agrobacterium* y *Achromobacter* (Carcaño *et al.*, 2006; Lara *et al.*, 2011; Loredó *et al.*, 2004; Reinhardt *et al.*, 2008; Taulé *et al.*, 2012).

- a. Forma de las cepas. En caña de azúcar, la interacción planta-*Azospirillum* fue evaluada con aislamiento de siete cepas, en las cuales observaron diversas formas que incluyeron de bacilos gruesos simples o dobles a bacilos alargados simples o dobles (Pérez y Casas, 2005).
- b. Tamaño. En caña de azúcar, observaron diferentes tamaños con rango de 0.8 a 1.5 μm en las siete diferentes cepas aisladas.
- c. Formación de gránulo. Todas presentaron gránulos.
- d. Tipos de movilidad de bacterias. Muy motiles, motiles y lentas.
- e. Tipo de reacción. Todas fueron Gram negativas.

2. Hormonas promotoras del crecimiento

Diversas bacterias del suelo se consideran benéficas al promover el crecimiento vegetativo de las plantas, las cuales producen metabolitos secundarios reguladores del crecimiento: auxinas, citocinas, giberelinas, etileno e incluso ácido abscísico, entre otros y son una alternativa para mejorar las condiciones nutricionales de la planta (Lara *et al.*, 2011). Carcaño *et al.*, (2006), aislaron cepas de *Azospirillum* spp. y *Klebsiella* spp., las cuales, secretan hormonas de crecimiento en concentraciones diferentes, lo cual depende del nivel de relación simpátrica bacteria-hospedero. Por otra parte, éstas segregan sideróforos en proporciones de 20 y 90% en *Azospirillum* y *Klebsiella*, respectivamente. Oluranti (2010), menciona que la interacción indirecta entre microorganismo y planta se realiza en la rizosfera por exudados radicales.

Los promotores son moléculas orgánicas que se requieren en pequeñas cantidades para promover el crecimiento vegetal. Los factores de crecimiento se consideran de importancia ecológica porque las especies los necesitan para su competitividad y buen desarrollo. De igual forma, las fitohormonas producidas por las bacterias contribuyen a la tasa respiratoria, metabolismo y abundancia de raíces y, como consecuencia, en la capacidad de exploración y absorción de minerales y agua; también, pueden proteger la superficie de la raíz contra microorganismos patógenos con los cuales se encuentran en competencia directa produciendo agentes antimicrobianos. Las bacterias de vida libre pueden promover y producir hormonas del crecimiento. Además, sintetizan y exportan reguladores, destacadamente Auxinas. La actividad fisiológica de la auxina en las plantas es mediante ácido indol 3-acético (AIA), el cual estimula el crecimiento; por ejemplo, incremento en las tasas de elongación, división y diferenciación celular. Se estima que 80% de las bacterias que se aíslan de la rizosfera producen AIA. *Azospirillum* además, está relacionada con la producción de ácido indol-3-butírico (IBA) y ácido indol-3-etanol (TOL) que pueden relacionarse indirectamente con la promoción del crecimiento. La producción de metabolitos secundarios promueve la producción de sideróforos, antagonismo para patógenos, mayor solubilización de fosfato y mayor fijación de N atmosférico (Hayat *et al.*, 2010).

Auxinas

García *et al.* (2007), encontraron valores que oscilaron entre 45 y 75 ppm de ácido indolacético a 75 h de incubación de tres cepas de *A. brasilense*. Por su parte, Acebo *et al.* (2007), evaluaron la producción AIA de nueve cepas de *Azospirillum* aisladas de campos de arroz, reportando valores desde 3.5 a 9 µg/ml. En otro estudio se evaluó la capacidad de promoción del crecimiento de caña de azúcar por bacterias endofíticas Taulé *et al.* (2012), observaron valores de 7 a 41 µg/ml de AIA producidos por bacterias *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Enterobacter*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Rhanella*, *Shinell*, *Stenotrophomonas*, *Xantomonas*, *Gluconacetobacter* y *Herbaspirillum*. Producciones de AIA por *A. amazonense* aisladas de la rizosfera de arroz con promedios de 0.1 a 2.3 µM/µg de proteína, mediante la evaluación de la producción de fitohormonas del crecimiento en *Azospirillum* encontrando valores de 3 a 11 µg/ml de AIA obtenidas a 48 h en medio de cultivo NFb a 30 °C y 80 rpm (Perrig *et al.*, 2007). En otro trabajo en donde evaluaron el efecto del inoculante de *Pseudomonas*, *Gluconacetobacter* y *Azospirillum* en el crecimiento de plantas de maíz bajo condiciones de invernadero Mehnaz y Lazarovits (2006), encontraron valores de AIA de 6490, 16400, 105, 106, 122 y 47 ng/ml de las cepas *A. lipoferum* N7, *A. brasilense* N8, *P. putida* CQ179, *G. azotocaptans* DS1, *G. diazotrophicus* Wt y *G. diazotrophicus nif D*, respectivamente. Venieraki *et al.* (2011), evaluaron la caracterización de bacterias fijadoras de N observando promedios de 105.5, 29.5 y 46.5 µg/mg de proteína para cultivares trigo, cebada y avena, respectivamente. En otro estudio se caracterizaron bacterias diazotróficas

para la fijación de N y producción de auxinas Roesch *et al.* (2007), encontraron valores de AIA con promedios de 70.7, 81.1 y 50.7 $\mu\text{g}/\text{mg}$ de proteína para bacterias aisladas de raíces, rizósfera y tallo, respectivamente. Venieraki *et al.* (2011b), al estudiar la diversidad de bacterias fijadoras de N obtuvieron valores de 12.4 a 217.3 y 21.5 a 92.4 $\mu\text{g}/\text{mg}$ de proteína de AIA en bacterias *Azospirillum* y *Pseudomonas*, respectivamente. Por otro lado Shahi *et al.*, (2011), realizaron aislamiento de 114 cepas de bacterias promotoras del crecimiento de la rizosfera de arroz de cinco localidades, observando valores para AIA de 10.1 a 353 $\mu\text{g}/\text{mg}$ de proteína.

a. Etileno

El etileno es un regulador de crecimiento, se requiere para romper latencia de semillas, aumenta el número de raíces, tallos y diferenciación del crecimiento; sin embargo, la germinación con alto nivel de etileno puede inhibir la elongación de la raíz, dando lugar a crecimiento anormal éstas (Oluranti, 2010).

b. Índoles

Índoles totales producidos por *Azospirillum*, en parcelas de Maíz, en tres localidades tuvieron valores de 2 a 49.7 $\mu\text{g}/\text{ml}$, las cepas se aislaron de la rizósfera, rizoplano, semilla estéril y semilla; también, presentaron promedios similares de cepas aisladas de Teocintle de tres localidades, con muestreo de rizósfera, rizoplano, semilla estéril y semilla cuyo rango fue de 2 a 46.4 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Así mismo, observaron de 9.1 a 40.6 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de índoles totales en cepas de *Klebsiella* aisladas de tallos de maíces criollos y mostraron valores mínimos y máximos de 2.22 y 42.3 $\mu\text{g}/\text{ml}$, respectivamente, de cepas de *Klebsiella* para índoles totales aislados de la rizósfera, rizoplano, semilla estéril y semilla de Teocintle (Carcaño *et al.*, 2006). Por otra parte Sampaio *et al.* (2012), en pastos de corte encontraron valores expresados en μg de indoles/mg proteína, variando de 0.3 a 19.0, con promedio de 1.4 para el medio JNFb, 2.63 para el medio LGI, 6.66 para el medio LGI-P y 2.56 μg de indoles/mg proteína para medio de cultivo JMV. Por otro lado Perrig *et al.* (2007), evaluaron la producción de fitohormonas en medio de cultivo NFB producidas por *Azospirillum* a 48 h, 30 °C y 80 rpm, observando valores de 0 a 0.075 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de ABA.

3. Cantidad de N fijado por bacteria de vida libre

a. Reducción de acetileno

Valores desde 8.6 a 70.1 nmol/h/ml de etileno, fueron determinadas en muestras de tres localidades de maíz y cepas de *Azospirillum* aisladas de rizósfera, rizoplano, semilla estéril y semilla y valores similares de 21 cepas aisladas de la rizósfera, rizoplano, semilla estéril y semilla en donde se cultiva Teocintle con valores promedios que fluyeron de 14.6 a 78.2 nmol/h/ml (Carcaño *et al.*, 2006). Espinosa *et al.* (2006), encontraron valores de 14.4, 35.4 y 31.6 nmol/h/ml de acetileno en tres localidades con manejo convencional para la producción de maíz; así mismo, observaron promedios de 8.3, 23.9 y 27.3 nmol/h/ml de acetileno bajo manejo de conservación. Valores diferentes fueron reportados por Acebo *et al.* (2007), al estudiar el crecimiento vegetal promovido por seis cepas de *Azospirillum* en arroz, reportando valores de 150, 150, 200, 150, 350 y 400 nmol/h/5 ml. Pérez y Casas (2005), al evaluar la interacción planta-*Azospirillum* en caña de azúcar, aislaron seis cepas de *Azospirillum* de la rizósfera con 42.1, 42.1, 34.7, 7.9, 37.1 y 37.1 nmol/h/ml de etileno.

Carcaño *et al.* (2006), obtuvieron valores desde 42 a 122.5 nmol/h/ml de etileno de cepas de *Klebsiella*, aisladas de la rizósfera, rizoplano, semilla estéril y semilla de maíces criollos y 17 cepas de *Klebsiella* aisladas de la rizósfera, rizoplano, semilla estéril y semilla de Teocintle, con rango de 24.1 a 110.8 nmol/h-1/ml. Tejera *et al.* (2005), aislaron bacterias de

Azotobacter chroococum de rizosfera de caña, reportado la producción de etileno desde 79.6 a 329.5 nmol C₂H₄/h⁻¹. Sampaio *et al.* (2012), evaluaron la diversidad genética y promoción de crecimiento de bacterias diazotróficas aisladas de *Pennisetum* spp. y encontraron que la fijación de N resulta de actividad nitrogenasa, la cual se midió, mediante reducción de acetileno; además, está influida por el medio de cultivo usado para desarrollo bacteriano y JNFb mostró mayor actividad nitrogenasa, comparado con otros medios. La actividad nitrogenasa se expresó en nmolC₂H₄/h⁻¹/mg de proteína, y varió de 10.2 a 1254 cuando se utilizó medio JNFb, de 0.8 a 318 en LGI-P, de 6 a 98.8 en LGI y de 1.4 a 267 en JMV. Todas las cepas se evaluaron en reducción de acetileno para 100nmolC₂H₄/h⁻¹/mg de proteína. Venieraki *et al.* (2011), evaluaron bacterias fijadoras de N aisladas de campos de cebada, avena y trigo, encontraron valores de actividad para reducción de acetileno desde 13, 25.7 y 11.5 nmolC₂H₄/h⁻¹/mg de proteína, respectivamente. Roesch *et al.* (2007), evaluaron actividad nitrogenasa y encontraron desde 42.8, 40.3 y 39.5 µg/mg de proteína/d⁻¹ para raíz, rizósfera y tallo, respectivamente. En evaluación de la diversidad de colonias bacterianas fijadoras de N de rizósfera de trigo Venieraki *et al.* (2011a), observan valores de 5.2 a 60.7 y 6.6 a 30.1 nmolC₂H₄/h⁻¹/mg de proteína producida por *Azospirillum* y *Pseudomonas*, respectivamente. Shahi *et al.* (2011), estudiaron bacterias aisladas de rizósfera de arroz, observando valores de 0.23 a 1.72 µmolC₂H₄/h⁻¹/mg de proteína.

b. ¹⁵N.

Taulé *et al.* (2012), evaluaron fijación de N en cultivares de caña, sorgo y maíz, bajo dos regímenes de fertilización y usaron dilución de isotopo ¹⁵N, encontrando de 80 a 208 mg/planta⁻¹, de N acumulado. Estudios con ¹⁵N han mostrado que la asimilación neta de NO₃⁻ es regulado principalmente por influjo más bien que por eflujo. La absorción de NO₃⁻ por la raíz ocurre mediante canales ó acarreadores protéicos, los cuales se pueden acoplar al gradiente protones H⁺-ATPasa, generado por la membrana plasmática.

4. Inoculantes evaluados en campo

La utilización indiscriminada de los fertilizantes inorgánicos ocasiona contaminación de mantos acuíferos y de suelos agrícolas; sin embargo, el empleo de biofertilizantes es una alternativa para realizar una agricultura sustentable. En los últimos años ha tomado importancia el estudio de microorganismos benéficos, promotores del crecimiento vegetal; además, de aportar nutrientes como N y P. García *et al.* (2006), mencionan que los microorganismos más empleados son bacterias de los géneros *Azospirillum* y *Rhizobium*; así como hongos micorrícicos. Garrido *et al.* (2010), mencionan que en la época de estiaje el número de bacterias disminuye marcadamente en raíces y suelo rizosférico en pastos; sin embargo, su población se mantiene en hojas, debido a que las bacterias buscan lugares húmedos de la planta, lo que demuestra que sobreviven condiciones de estrés ambiental y es necesario asegurar su presencia en suelo, mediante inoculación y prácticas de conservación. Abril *et al.* (2006), indican que con deficiencia hídrica pronunciada, la cantidad de bacterias en rizosfera es baja; similarmente señalan que el éxito de inocular depende de cepas capaces de competir con la microflora nativa; sin embargo, son pocos los estudios reportados sobre el problema. Díaz *et al.* (2008), indican que la inoculación con microorganismo mutualistas incrementa la producción en ambientes de sequía.

Cuadro 1. Nitrógeno acumulado (kg/ha^{-1}) en pastos por *Gluconacetobacter diazotrophicus*, *Herbaspirillum serpedicae* y *H. frisingense* (^{+}N), con aplicación de 100 kg N/ha (Morais *et al.*, 2012).

Genotipos	Cosechas-Meses después del establecimiento					
	6	13	20	28	36	42
Gramafante +N	74	132	76	91	112	47
Gramafante	75	74	112	86	105	51
Cameroon+N	74	223	150	102	64	46
Cameroon	72	138	67	93	75	54
BAG 02+N	46	144	94	65	90	47
BAG 02	64	74	62	65	88	37
Roxo	63	80	67	43	55	20

Genotipos	Cosechas-Meses después del establecimiento					
	7	15	22	28	34	Total
CNPGL F06-3	105	129	65	76	92	459
Gramafante	69	83	68	57	73	349
Cameroon	106	134	72	64	56	433
Bag 02	99	141	86	85	104	515
Roxo	95	125	45	59	72	395

Cuadro 2. Actividad nitrogenasa de diversas bacterias, aisladas de la rizósfera de caña de azúcar y maíz.

Cepas	($\text{nmol C}_2\text{H}_4/\text{h-1}$)	Rizosfera
	146.6	
	91.5	
<i>Azospirillum brasilense</i>	105.2	Caña de azúcar
	135.1	
	111.4	

Actividad nitrogenasa de bacterias aisladas de la rizosfera de maíz.		
Cepa	($\text{nmol C}_2\text{H}_4/\text{h/mg}$ de proteína)	Rizosfera
<i>A. lipoferum</i> N7	6600	
<i>A. brasilense</i> N8	7950	
<i>G. azotocaptans</i> DS1	40	Maíz
<i>G. diazotrophicus</i> Wt	240	
<i>G. diazotrophicus</i> Nif	120	

Tejera *et al.* (2005); Mehnaz y Lazarovits, (2006)

5. Población de las bacterias fijadoras de N de vida libre en el suelo

Saad *et al.* (2009), observaron mayor cantidad de unidades de bacterias formadoras de colonias cuando aplicaron 80 kg de N asociadas con *Azospirillum*, comparado con 0, 40, 60 y 80 kg de N y de 30 a 90 días postsiembra. Al estudiar poblaciones de *Azospirillum* en la primavera Espinosa *et al.* (2006), encontraron valores de 10.4×10^3 , 0.43×10^3 y 3.6×10^3 UFC/g de suelo en tres, respectivamente y labranza convencional, en el mismo estudio los autores reportaron en la misma época poblaciones de 2.28×10^3 , 1.94×10^3 y 5.55×10^3 UFC/g de suelo en las tres localidades, respectivamente y labranza de conservación. Así mismo, observaron poblaciones de *Azospirillum* de 6.98×10^3 UFC/g en Invierno para una localidad y labranza convencional y promedio mayor de 13.10×10^3 UFC/g de suelo para labranza de conservación en invierno y otra localidad. Valores similares a los reportados fueron obtenidos por Pérez y Casas (2005), al estudiar la interacción planta-*Azospirillum* en caña de azúcar y encontraron poblaciones de bacteria en rizósfera entre 0.5 a 2.3×10^4 cel/g $^{-1}$ en Ciego de Ávila y en La Habana, promedios de 0.2 a 1.5×10^4 cel/g $^{-1}$ de rizosfera.

Cuadro 3. Población de bacterias diazotróficas microaerófilas en diferentes pastos y medio de cultivo

Pasto	<i>Azospirillum</i> (NFb)	<i>A. amazonense</i> (LGI)	<i>Herbaspirillum</i> (JNFb)	<i>Burkholderia</i> (JMV)	<i>Gluconacetobacter</i> (LGI-P)
Angleton	6.14	5.85	5.86	5.2	4.88
<i>Brachiaria</i>	5.83	5.4	5.24	4.88	5.04
Guinea	5.59	5.58	5.43	5.22	4.77
Época					
Lluvia	6.24	5.84	5.93	5.69	4.9
Sequía	5.47	5.38	5.09	4.51	4.89
Cañas	(NFb)	(LGI)	(JNFb)	(JMV)	(LGI-P)
CNPGL F06-3	5.18	4.42	4.71	4.58	5.14
Cameroon	4.90	3.90	4.66	4.25	4.59

Datos transformados en log. UFC/g.

(Garrido *et al.*, 2010; Sampaio *et al.*,

2012).

Cassan *et al.* (2009), reportaron crecimiento en medio NFb de 2.25×10^7 , 5.18×10^7 , 1.04×10^7 y 1.18×10^7 UFC/ml, a tiempos de incubación de 2, 8, 12 y 24 h, respectivamente y UFC/g de materia seca de 6.7×10^4 y 4.3×10^3 en raíces y vástago, 30 días después de inoculación de arroz. Sheludko *et al.* (2010), encontraron valores de 14.9×10^6 , 15.2×10^6 y 14.1×10^6 CFU/ml, en medio incubado a 3, 4 y 5 horas, respectivamente. Bashan *et al.* (2011), evaluaron medios de cultivo para evaluar el crecimiento de tres cepas de *Azospirillum* y encontraron que las mayores tasas de crecimiento se obtuvieron en medios que contenían gluconato, glicerol y glucosa, desde 3.7 a 5.2×10^9 UFC/ml de cultivo. Al inocular *Azospirillum amazonense* en crecimiento, rendimiento y fijación de N, en plantas de arroz y documentaron valores en raíz esterilizada de 5.8, 5.6, 5.4 y 5.7 UFC/g de peso fresco en etapa vegetativa, anthesis, formación de grano y madurez fisiológica, respectivamente, los datos fueron transformados a logaritmo.

Cuadro 4. Colonización en raíz de plántulas de trigo por *Azospirillum* con diferentes tratamientos.

Tiempo de inoculación	Tratamiento			
	<i>Azospirillum</i>	A.+Tebucanazole	A.+estrés	A.+Tebuconazole+estrés
48 h	4×10^7	3×10^7	6×10^6	7×10^6
72 h	7×10^7	6×10^7	8×10^6	7×10^6

(Pereyra *et al.*, 2009)

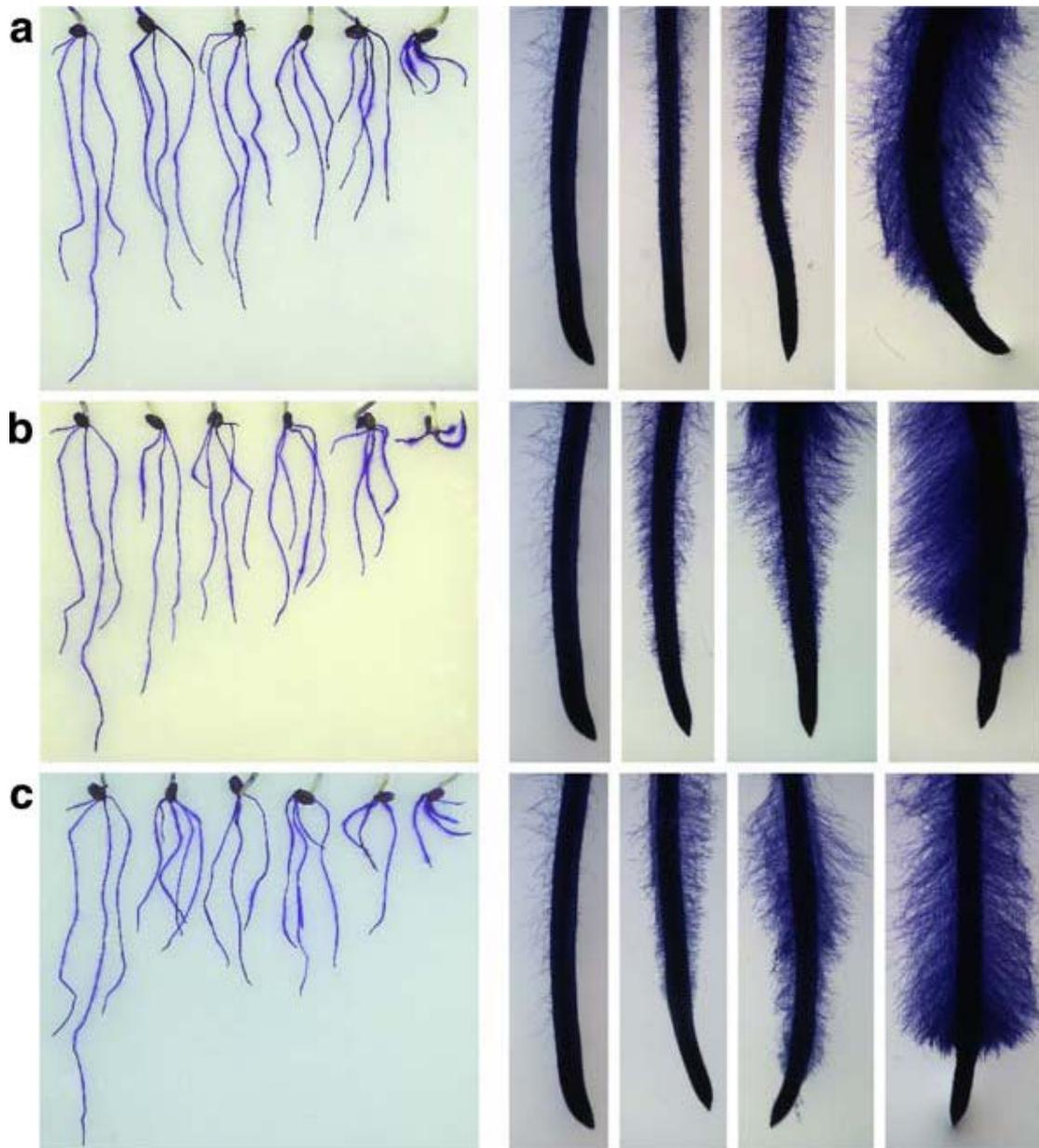


Figura 1. Efecto de la inoculación en la morfología de la raíz de 1 semana en plántula de trigo (Spaepen *et al.*, 2008). Las letras a, b y c son las semillas inoculadas con a) *A. brasilense* Sp245, b) Sp245 (pFAJ5002) y c) Sp245 (pFAJ5005). La figura de la izquierda representa el efecto de inoculación en longitud de la raíz. De izquierda a derecha: plantas no inoculada, plántulas inoculadas 10^5 , 10^6 , 10^7 , 10^8 y 10^9 UFC/planta. La figura de la derecha representa el efecto de la inoculación en la formación de pelos radiculares. De izquierda a derecha: plantas no inoculadas, inoculación de plántulas con 10^5 , 10^7 y 10^9 UFC/planta.

6. Porcentaje de incremento en las especies cultivadas.

Valores mayores de 40, 29, 28, 53 y 30% fueron reportados García *et al.* (2007), en el rendimiento de grano de maíz inoculado con cepas de *Azospirillum brasilense*, con relación al testigo sin Inoculación en el norte de Tamaulipas. Lara *et al.* (2007), mencionan que el aislamiento y la evaluación de microorganismos nativos fijadores de N de vida libre, incrementan el rendimiento de cultivos por su aporte de N; además, ofrecen una alternativa

para mantener estable el ecosistema y la oportunidad para una agricultura sustentable. Aunado a esto Rives *et al.* (2007), mencionan que bacterias promotoras del crecimiento tienen atributos como biofertilizantes, los cuales incrementan el rendimiento de cultivos. El empleo de cepas autóctonas se considera como una opción para reducir la utilización de fertilizantes químicos. Así mismo, el estudio de la metodología para el aislamiento e identificación de cepas con aptitudes en la fijación de N, evaluación de productos secundarios y la interacción de microorganismos y plantas. Díaz *et al.* (2008), evaluaron eficiencia de inoculación en el rendimiento de grano en sorgo y encontraron 137 y 140% mayor rendimiento con inoculación de *Azospirillum*, en contraste con el testigo y fertilización química, respectivamente; similarmente, mayores alturas de planta. En otro estudio evaluaron la respuesta de cultivares de maíz a inoculación con *Azospirillum* con cuatro diferentes dosis de N y encontraron 138% mayor rendimiento en relación al testigo (González *et al.*, 2011) y reportan disminución al inocular, de 3 y 5% en días a floración masculina y días a maduración fisiológica, comparado con el testigo, respectivamente. Estos mismos autores, obtuvieron los mismos rendimientos de grano en campo entre la aplicación del biofertilizante basado con cepas nativas y la fertilización química, pero, la aplicación de biofertilizante aumentó la rentabilidad del cultivo en 36%.

Cuadro 5. Rendimiento de Trigo con la aplicación de N asociado con *Azospirillum*.

Tratamientos	Variables			
	Longitud espiga	Espiga (g/planta)	Grano (g/planta)	Índice de cosecha
<i>Azospirillum</i>	102	107	110	103
40 N+ <i>Azospirillum</i>	111	149	158	111
60 N+ <i>Azospirillum</i>	121	195	220	127
80 N+ <i>Azospirillum</i>	122	202	228	130

(Saad *et al.*, 2009)

Conclusiones

El Nitrógeno es componente fundamental para la estabilidad y productividad del pastizal.

Junto con la utilización de praderas asociadas con leguminosas en diferente arreglo topológico, los pastos ofrecen la oportunidad de estabilizar el ecosistema mediante la utilización de bacterias de vida libre.

Literatura Citada

- Abril, A, C Biasutti, R Maich, R. Dubbini., L Noe. 2006. Inoculación con *Azospirillum* spp. en la región semiárida-central de Argentina: factores que afectan la colonización rizosférica. Ciencia del Suelo (Argentina) 24(1):1-9.
- Acebo, Y, N Rives, M Heydrich, A Hernández, A. 2007. Efecto promotor del crecimiento vegetal de cepas de *Azospirillum* sp. en el cultivo de Arroz. Cultivos Tropicales. 28:29-32.
- Assmus, B, P Hutzler, G Kirchhof, R Amann, JR Lawrence, and A Hartmann. 1995. *In situ* localization of *Azospirillum brasilense* in the rhizosphere of wheat with fluorescently labeled, rRNA-targeted oligonucleotide probes and scanning confocal laser microscopy. Appl. Environ. Microbiol. 61: 1013-1019.
- Bachhawat, AK and S Ghosh. 1989. Temperature inhibition of siderophore production in *Azospirillum brasilense*. J of Bacteriology 171 (7): 4092-4094.
- Bashan, Y. 1986. Enhancement of wheat roots colonization and plant development by *Azospirillum brasilense* CD following temporary depression of the rhizosphere microflora. Appl. Environm Microbiol. 51: 1067-1071.

- Bashan, Y, Y Ream, H Levanony, and A Sade. 1989. Nonspecific responses in plant growth, yield and root colonization of non-cereal crop plants to inoculation with *Azospirillum brasilense* Cd. Can. J of Bot. 67: 1317-1324.
- Bashan, Y, G Holguin, and LE de-Bashan. 2004. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). Can. J Microbiol. 50: 521-577.
- Bashan, Y., A Trejo, LE Bashan. 2011. Development of two culture media for mass cultivation of *Azospirillum* spp., and for production of inoculants to enhance plant growth. Biol Fert Soil 47:963-969.
- Briske, DD and RK Heitschmidt. 1991. An ecological perspective. In: RK Heitschmidt and JW Stuth (eds.) Grazing Management. An Ecological Perspective. Timber Press. Portland, OR, USA. pp. 11-26.
- Caldwell, MM, DM Eissenstat, JH Richards, and MF Allen. 1985. Competition for phosphorus: differential uptake from dual isotope-labeled soil interspaces between shrub and grass. Science 229: 384-386.
- Carcaño, M., CR Ferrera, MJ Pérez, GJD Molina, and Y Bashan. 2006. Actividad nitrogenasa, producción de fitohormonas, sideróforos y antibiosis en cepas de *Azospirillum* y *Klebsiella* aisladas de maíz y teocintle. Terra Latinoamericana. 24:493-502.
- Cassán, F., S Maiale, O Masciarelli, A Vidal, V Luna, O Ruiz. 2009. Cadaverine production by *Azospirillum brasilense* and its possible role in plant growth promotion and osmotic stress mitigation. Eur. J of Soil Biol. 45:12-19.
- Crews, TE. 1999. The presence of nitrogen fixing legumes in terrestrial communities: Evolutionary vs Ecological considerations. Biochemistry. 46:233-246.
- Díaz, FA., CI Garza, QV Pecina, GN Montes. 2008. Respuesta del sorgo a micorriza arbuscular y *Azospirillum* en estrés hídrico. Revista Fitotecnia Mexicana. 31(1):35-42.
- Döbereiner, J. 1992. History and new perspectives of diazotrophs in association with non-leguminous plants. Symbiosis 13: 1-13
- Dobbelaere, S, A Croonenborghs, A Thys, D Ptacek, J Vanderleyden, P Dutto, C Labandera-Gonzalez, J Caballero-Mellado, JF Aguirre, Y Kapulnik, S Brener, S Burdman, D Kadouri, S Sarig, and Y Okon. 2001. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. Aust. J. Plant Physiol. 28: 871-879
- Egener, T, T Hurek, and B Reinhold-Hurek. 1999. Endophytic expression of nif genes of *Azoarcus* sp. strain BH72 in rice roots. Mol. Plant-Microbe Interact. 12, 813-819.
- Eskew, DL, DD Focht, and IP Ting. 1977. Nitrogen fixation, denitrification, and pleomorphic growth in a highly pigmented *Spirillum lipoferum*. Appl. Environ. Microbiol. 34: 582-585.
- Espinosa, VD, FL Hernández, RL López. 2006. Diversidad genética de *Azospirillum brasilense* en suelos cultivados con maíz con labranza convencional y de conservación. TERRA Latinoamericana. 24:215-223.
- Field, C and HA Mooney. 1986. The photosynthesis -Nitrogen relationship in wild plants. In: TJ Givnish (ed.) On the economy of plant form and function. Cambridge Univ. Press, Cambridge, MA, USA pp. 25-55.
- Floate, MJS. 1981. Effects of grazing by large herbivores on nitrogen cycling in agricultural ecosystems. In: FE Clark and T. Rosswall (eds.) Terrestrial Nitrogen Cycles. Ecol. Bull. 33:585-601.
- Franco, AA. s/f. Contribution of biologically-fixed nitrogen to food crop production in Brazil. Pp. 147-147-166.
- García, OJG, MVR Moreno, LIC Rodríguez, HA Mendoza, PN Mayek. 2007. Efecto de cepas de *Azospirillum brasilense* en el crecimiento y rendimiento de grano del maíz. Revista Fitotecnia Mexicana. 30:305-310.
- García, OJG., MVR Moreno, LIC Rodríguez, HA Mendoza y PN Mayek. 2006. Biofertilización con *Azospirillum brasilense* en sorgo, en el norte de México. Agricultura Técnica en México 32(2):135-141
- Garrido, MF, DM Cárdenas, RR Bonilla y VL Baldani. 2010. Efecto de los factores edafoclimáticos y la especie de pasto en la diversidad de bacterias diazotróficas. Pastos y Forrajes 33(4):1-11.
- González, HA, LDJ Pérez, MO Franco, MA Balbuena, RF Gutiérrez, SH Romero. 2011. Respuesta de tres cultivares de maíz a la inoculación con *Azospirillum brasilense* bajo cuatro diferentes dosis de N. CIENCIA ergo sum 18(1):51-58.
- Graham, PH and CP Vance. 2003. Legumes: Importance and constraints to greater use. Plant Physiology. 131(3): 872-877.
- Haahtela, K, L Tuula, N Eeva-Liisa, and TK Korhonen. 1988. Effects of inoculation of *Poa pratensis* and *Triticum aestivum* with root-associated, N₂ fixing *Klebsiella*, *Enterobacter* and *Azospirillum*. Plant and Soil. 106: 239-248.
- Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. Science. 162: 1243-1248.
- Hayat, R, S Ali, U Amara, R Khalid, L Ahmed. 2010. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. Ann Microbiol 60:579-598.
- Hetrick, BAD and GWT Wilson. 1989. Relationship between mycorrhizal dependence and competitive ability of two tallgrass prairie grasses. Can. J Bot. 67: 2608-2615.
- Jarvis, SC, DJ Hatch, and DR Lockyer. 1989. Ammonia fluxes from grazed grassland: annual losses from cattle production systems and their relation to nitrogen inputs. J Agric. Sci. 113: 99-108.

- Kirchhof, G, M Schloter, B Assmuss, and A Hartmann. 1997. Molecular microbial ecology approaches applied to diazotrophs associated with non-legumes. *Soil Biol. Biochem.* 29: 853–862.
- Krause, A, A Ramakumar, D Bertels, F Battistoni, T Bekel, J Boch, M Böhm, F Friedrich, T Hurek, L Krause, B Linke, AC McHardy, A Sarkar, S Schneiker, AA Syed, R Thauer, F Vorhölter, S Weidner, A Pühler, B Reinhold-Hurek, O Kaiser, and A Goesmann. 2006. Complete genome of the mutualistic, N₂-fixing grass endophyte *Azoarcus* sp. Strain BH72. *Nature Biotechnology.* doi:10.1038/nbt1243
- Lara, C, L Oviedo, A Alemán. 2011. Aislados nativos con potencial en la producción de ácido indol acético para mejorar la agricultura. *Biotec. en el Sector Agrop. y Agroindustrial.* 9:17- 23.
- Lara, MC, AM Villalba, ZLE Oviedo. 2007. Bacterias fijadoras de N de la zona agrícola de San Carlos, Córdoba, Colombia. *Rev. Colombiana de Biotec.* 9(2): 6-14.
- Lim, G and C Burton. Nodulation status of the Leguminosae. *In: W J Broughton (ed.) Nitrogen Fixation. Vol. I. Ecology.* Clarendon Press, Oxford UK. pp. 1-34.
- Loredo, O. C., López. L. R., Espinosa D. V. 2004. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: una revisión. *Terra Latinoamericana.* 22:225-239.
- Malik, KA, RL Bilal, F Azam, and MI Sajjad. 1988. Quantification of N₂-fixation and survival of inoculated diazotrophs associated with roots of Kallar grass. *Plant and Soil.* 108: 43-51.
- Mehnaz, S., Lazarovits, G. 2006. Inoculation effects of *Pseudomonas putida*, *Gluconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum* on corn plant growth under greenhouse conditions. *Microbial Ecol.* 51:326-335.
- Miller, GT. 1993. *Environmental Science: Sustaining the Earth.* 4th Ed. Wadsworth Biology Series. Belmont, CA, USA. 470p.
- Miranda, BCH and RM Boddey. 1987. Estimation of biological nitrogen fixation associated with 11 ecotypes of *Panicum maximum* grown in Nitrogen-15-labeled soil. *Agron. J.* 79: 558-563.
- Moore, R, WD Clark, KR Stern, and D Vodopich. 1995. *Botany.* Wm. C. Brown Publishers. pp 479-480. 1st Ed. Dubuque IA, USA.
- Morais, RF, DM Quesada, VM Reis, S Urquiaga, BJ Alves, RM Boddey. 2012. Contribution of biological nitrogen fixation to Elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Plant Soil* 356:23-34.
- Newbould, P. 1989. The use of nitrogen fertilizer in agriculture. Where do we go practically and ecologically? *Plant and Soil.* 115: 297-311.
- Niembro, RA. 1992. Árboles y arbustos útiles de México. Ed. Limusa-Noriega. México, D.F. 206p.
- Oluranti, OB. 2010. Beneficial bacteria of agricultural importance. *Review. Biotechnol Lett* 32:1559-1570.
- Peart DR. 1989. Species interactions in a successional grassland. III. Effects of canopy gaps, gopher mounds, and grazing on colonization. *J Ecol.* 77: 267 –289.
- Pereyra, MA, FM Ballesteros, CM Creus, RJ Sueldo, CA Barassi. 2009. Seedlings growth promotion by *Azospirillum brasilense* under normal and drought conditions remains unaltered in Tebuconazole-treated wheat seeds. *Eur J of Soil Biol.* 45:20-27.
- Pérez, J y M Casas. 2005. Estudio de la interacción planta-*Azospirillum* en el cultivo caña de azúcar (*Saccharum*). *Cultivos Tropicales.* 26:13-19.
- Perrig, D, ML Boiero, OA Masciarelli, C Penna, OA Ruiz, FD Cassán, MV Luna. 2007. Plant-growth-promoting compounds produced by two agronomically important strains of *Azospirillum brasilense*, and implications for inoculant formulation. *Appl Microbiol Biotechnol* 75:1143-1150.
- Quero CAR, A Hernández G, L Miranda J, J Pérez P y M Sánchez H. 2010. Recursos Genéticos para el Pastoreo Extensivo. Conferencia Magistral. I Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Tuxtla Gutiérrez Chis. Octubre de 2010. 6p
- Reinhardt, EL, PL Ramos, GP Manfio, HR Barbosa, C Pavan, FCA Moreira. 2008. Molecular characterization of nitrogen-fixing bacteria isolated from Brazilian agricultural plants at São Paulo State. *Brazilian J of Microbiology* 39:414-422.
- Rives, N, Y Acebo, A Hernández. 2007. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L). *Perspectivas de su uso en Cuba. Cultivos Tropicales* 28(2):29-38.
- Roesch, LFW, PD Quadros, FAO Camargo, EW Triplett. 2007. Screening of diazotrophic bacteria *Azospirillum* spp. for nitrogen fixation and auxin production in multiple field sites in southern Brazil. *World J Microbiol Biotechnol* 23:1377-1383.
- Saad, AA, S Yasser, S Mostafa. 2009. Effect of nitrogen supply and *Azospirillum brasilense* Sp-248 on the response of wheat to seawater irrigation. *Saudi J of Biol. Sci.* 16: 101–107.
- Sampaio, VS, OD Messias, MR Fiusa, BW Lustrino, BVL Divan, BJ Ivo. 2012. Genetic diversity and plant growth promoting traits of diazotrophic bacteria isolated from two *Pennisetum purpureum* Schum., genotypes grown in the field. *Plant Soil* 356:51-66.
- Shahi, SK, AK Rai, MB Tyagi, RP Sinha, A Kumar. 2011. Rhizosphere of rice plants harbor bacteria with multiple plant growth promoting features. *African J of Biotech* 10(42):8296-8305.

- Shelton, HM, S Franzel, and M Peters. 2005. Adoption of tropical legume technology around the world: analysis of success. *Tropical Grasslands*. 39:198-209.
- Shelud'ko, AV, AA Shirokov, MK Sokolova, OI Sokolov, LP Petrova, L Matora, L Yu, E I Katsy. 2010. Wheat root colonization by *Azospirillum brasilense* strains with different motility. *Mikrobiologiya*. 79(5):696-704.
- Spaepen, S, S Dobbelaere, S Croonenborghs, A Vanderleyden. 2008. Effects of *Azospirillum brasilense* indol-3-acetic acid production on inoculated wheat plants. *Plant Soil*. 312:15-23.
- Stanton, NL. 1988. The underground in grasslands. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19: 573-589.
- Tauer, LW. 1989. Economic impact of future biological nitrogen fixation technologies on United States agriculture. *Plant and Soil*. 119: 261-270.
- Taulé, C, C Mareque, C Barlocco, F Hackembruch, VM Reis, M Sicardi, F Battistoni. 2012. The contribution of nitrogen fixation to sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), and the identification and characterization of part of the associated diazotrophic bacterial community. *Plant Soil* 356:35-49.
- Tejera, N, C Lluch, C, TMV Martínez, LJ González. 2005. Isolation and characterization of *Azotobacter* and *Azospirillum* strains from the sugarcane rhizosphere. *Plant and Soil* 270:223-232.
- Thomsen, MA, JD Corbin, CM D'Antonio. 2006. The effect of soil nitrogen competition between native and exotic perennial grasses from northern coastal California. *Plant Ecology*. 186: 23-35.
- Tilak, KVBR, CY Li, I Ho. 1989. Occurrence of nitrogen-fixing *Azospirillum* in vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil*. 116: 286-288.
- Van der Werf, A, M Van Nuenen, MJ Visser, and H Lambers. 1993. Contribution of physiological and morphological plant traits to a species; competitive ability at high and low nitrogen supply. *Oecologia* 94: 434 -440.
- Venieraki, A, M Dimou, E Verzyri, I Kefalogianni, N Argyris, G Liara, P Pergalis, I Chatzipavlidis, I Katinakis. 2011. Characterization of nitrogen-fixing bacteria isolated from field-grown barley, oat and wheat. *J of Microbiology* 49(4):525-534.
- Venieraki, A, M Dimou, P Pergalis, I Kefalogianni, L Chatzipavlidis, P Katinakis, P. 2011a. The Genetic Diversity of Culturable Nitrogen-Fixing Bacteria in the Rhizosphere of Wheat. *Microb. Ecol* 61:277-285.
- Zumft, WG and F Castillo. 1978. Regulatory properties of the nitrogenase from *Rhodospseudomonas palustris*. *Arch. Microbiol.* 117:53-60.

GRAMÍNEAS FORRAJERAS NATIVAS DE MÉXICO: RECOLECTA Y APROVECHAMIENTO SISTEMÁTICO

Quero, C. Adrián. R¹., Leonor, Miranda J.¹

¹ *Colegio de Postgraduados. Campus San Luis Potosí. Iturbide 73, Salinas, SLP queroadrian@hotmail.com*

Resumen

La producción extensiva en pastoreo es una actividad que afecta grandemente los ecosistemas tropicales y áridos; además de ser una actividad productiva antigua y de gran arraigo en la sociedad, su persistencia es segura en un futuro mediano, por lo que se debe contemplar su eficiencia bajo un esquema de conservación y mejoramiento de los recursos naturales. Los recursos forrajeros en México adolecen de un esquema sistemático de adecuado aprovechamiento. Entre la mayoría de los productores, las gramíneas para el pastoreo surgen, cuando ocurre algún propósito de mejoramiento del pastizal o pradera, como una moda, con un total desconocimiento de los atributos de especie, su origen o estirpe, lo que ha creado una enorme dependencia de la importación de especies y variedades, generando gastos de recursos económicos y humanos por una caracterización de atributos: valor forrajero, fertilización, cortes, etc., para cada una de ellas, ineficiente que en la mayoría de las especies, de pobre avance más allá del potencial natural de la especie, que se han vuelto interminables. La importancia de revalorar la utilización adecuada de la diversidad genética de recursos forrajeros para las especies de mayor impacto en México es señalada y, en conjunto con una tecnología de pastoreo adecuada, representan las alternativas viables a corto plazo y de bajo costo, para impulsar la industria de producción en pastoreo, respetando la condición del ecosistema e incluso mejorándola. Los avances en las ciencias vegetales: aprovisionamiento de recursos genéticos, apomixis, autoincompatibilidad, uso de marcadores moleculares, entre los de mayor importancia, abren mayores expectativas para incrementar la productividad respetando las áreas naturales. El desafío es aceptar el reto tecnológico y lograr avances en las especies de importancia, mediante el aprovechamiento planeado y ordenado de los recursos vegetales de mayor impacto en especies, en su mayoría silvestres, que aún mantienen su estructura genómica sin modificar. Se reportan avances de la evaluación de la diversidad genética de especies forrajeras nativas de México, incluyendo la colecta y caracterización morfológica y agronómica de diversas especies que comprenden los géneros *Tripsacum*, *Hymenachne* y *Botueloua*.

Introducción

La producción de carne y leche bajo condiciones de pastoreo en México, depende ampliamente de la disponibilidad de gramas nativas o introducidas para regiones generalmente no aptas para uso agrícola intensivo. La agricultura continúa su avance sobre las mejores tierras ganaderas y, a su vez, la ganadería avanza hacia áreas con vegetación no disturbada, en el mejor de los casos. El peor escenario es que la agricultura de alto riesgo en zonas áridas desplaza a la ganadería hacia la vegetación no disturbada marginal con un frágil equilibrio ecológico, promoviendo el avance del desierto, tanto en las áreas agrícolas como de pastoreo, provocando fuertes problemas de erosión (eólica, hídrica, genética –vegetal y animal). La peor combinación para la condición del pastizal resulta de la combinación de la agricultura de alto riesgo con la ganadería extensiva (Rowntree et al., 2004). Debido al alto costo de infraestructura de riego, salinización de los terrenos en cuencas endorréicas

abundantes en zonas áridas, altos niveles de emigración de jóvenes en edad de alta productividad y a la asignación de derechos mineros prácticamente finalizada, para el ganadero extensivo de zonas áridas no existe mejor factor de ingreso económico seguro, superior a un pastizal con una condición excelente de la vegetación.

Esta tendencia natural del sistema de producción en pastoreo extensivo en México, debiese generar esquemas responsables y eficientes, para la utilización de todos los recursos disponibles para la ganadería extensiva: tierra, recursos vegetales y humanos, para lograr un equilibrio con los flujos energéticos del ecosistema y una elevada rentabilidad. La identificación de estos esquemas de producción estables queda condicionado por el nivel de vida de la población: incluyendo capacidad económica, cultural, técnica, etc. *i. e.* recurso humano y la organización para la producción bajo los esquemas de propiedad de la tierra (Schlager y Orstrhom, 1992), ampliamente diversos en México. De esta manera, el proceso anterior requiere de la obtención y uso de los recursos vegetales que respondan a una presión de utilización condicionada principalmente por una eficiente tasa de extracción (presión económica) para lograr la mayor producción de bienes del ecosistema, sin afectar su condición.

Existen tres alternativas, con los más bajos requisitos de inversión y de amplio impacto sobre la productividad y conservación de los ecosistemas bajo pastoreo extensivo:

1. La alternativa inmediata. Utilización sistemática y adecuada de los recursos genéticos vegetales de interés, aún vírgenes en su mayor parte, para promover la utilización del mejor genotipo para cada condición de producción, logrando intensificar las tasas de extracción y respetar los flujos de energía y nutrientes en el ecosistema. Existen recursos genéticos de gramíneas forrajeras nativos de México y que aún se encuentran inexplorados: *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr, *Bouteloua gracilis* (H. B. K.) Lag., *Bouteloua dactyloides* (Nutt.) Columbus, *Setaria machrostachya* (Kunth) Nees, *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees, *Lycurus phleoides*, *Digitaria Californiaa* (Benth.) Henrard, entre los de mayor importancia para zonas áridas. *Paspalum* spp., *Tripsacum* spp., *Leersia hexandra*, *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees., *Echinochloa polystachya* (HBK) Hitch., entre los de mayor importancia para zonas tropicales. La importancia de estos recursos ya ha sido señalada en México por diversos investigadores.
2. La alternativa, más difícil. Promover una cultura ganadera entre los productores, quienes deben aprender a medir su eficiencia productiva en el hato, lo cual es una necesidad imperiosa, sin afectar al pastizal. Se han iniciado programas que aún requieren de mayor penetración entre los productores ganaderos en pastoreo (GGAVTT –Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología).
3. La integración, en la cultura de uso del pastizal, de prácticas culturales que promuevan el mejoramiento del pastizal entre los usuarios. La activación de iniciativas individuales de mejora del pastizal que han sido aniquilados hasta la fecha por los sistemas de propiedad prevalecientes, entre las principales causas. Entre estas pueden mencionarse: áreas de descanso, producción de plántula de especies de importancia para su trasplante en zonas de alto riesgo, producción de semilla, resiembras planeadas, uso de las especies clave del pastizal en base a sus requerimientos fisiológicos, etc.

La combinación eficiente de estas alternativas, que no requieren altas inversiones, redundará en una productividad competitiva y promoverá el respeto ó la recuperación de terrenos con vegetación no disturbada.

Primeramente y en base a la consideración de los factores que limitan el uso de forrajes a bajo costo y el logro de la pradera ideal y/o las condiciones de los diversos potreros ideales en el rancho, se debe establecer lo que no es tradicional; lo anterior, en base a la consideración del sistema de producción: intensivo y/o extensivos. Los sistemas intensivos generalmente tienen fuertes presiones del costo del suelo por asentamientos urbanos, agua para consumo urbano, agricultura de exportación, manejo de contaminantes, entre los de mayor importancia; en estas zonas, los forrajes alternativos reducen el impacto de estos factores y tienden a afectar en menor grado la productividad. El manejo de especies forrajeras de alto potencial de aprovechamiento de los recursos disponibles con riegos de auxilio solamente representan una oportunidad de mantener la producción ganadera con buena rentabilidad antes de que estas explotaciones sucumban a la presión urbana (árboles forrajeros, principalmente leguminosas y gramíneas de origen templado de buena digestibilidad y resistencia a sequía). Las gramíneas forrajeras de clima templado han sido ampliamente seleccionadas para combinar resistencia a sequía, sales, inundación, etc. como factores limitantes de la producción, en países desarrollados (USA, Europa, Nueva Zelanda), la disponibilidad de variedades para climas templados, para el altiplano de México es amplia y ha sido escasamente utilizada en México, debido generalmente a dos factores: 1) los productores no demandan las variedades que respondan a sus limitantes y 2) Los importadores de semillas no han mostrado capacidad técnica para escudriñar la disponibilidad de variedades que respondan a los factores limitantes.

Las zonas de explotación extensiva (tropicales, áridas y de serranías) son las que ofrecen las mejores oportunidades para incrementar la productividad y rentabilidad en pastoreo extensivo y cosecha de forraje al menor costo. En México y en el mundo se utilizan las especies forrajeras con escasa representación de la diversidad natural dentro de especie; por otra parte, los pastos tropicales y de zonas áridas están escasamente seleccionados para los propósitos de producción primaria y otros atributos forrajeros. Cada gramínea posee un centro de origen genético en donde evolutivamente, durante millones de años han respondido a la presión de selección impuesta por la naturaleza. Para gramíneas de regiones tropicales África es el centro de mayor importancia para México y pocas especies mexicanas son competitivas con especies de gran importancia como Insurgente, Señal, Chontalpo, Buffel, Guinea, Jaragua, Pangola, entre los de mayor importancia. La tarea dentro de cada especie es lograr la introducción de recursos genéticos originarios de su centro de distribución en África y promover su evaluación y la comprobación de sus atributos entre los productores de los mejores genotipos; lo anterior resulta de gran importancia ya que se han reportado elevados porcentajes de variación genética para producción (de 60% a 1200%) dentro de cada especie. A México han llegado, al menos 18 variedades diferentes de pasto Buffel y en cada una de ellas hemos gastado recursos económicos y humanos, muy escasos ambos, para determinarles los atributos de producción, sin darnos cuenta que no avanzamos en productividad y que debemos evaluar colectas representativas de la diversidad natural y/o mejoradas genéticamente para los aspectos de interés en México para esta especie:

Mejor establecimiento, mayor producción en época de sequía, mayor digestibilidad, entre los de mayor importancia.

Existe una gramínea para cada condición de producción y capacidad de inversión, pastos que exudan sales y soportan suelos salinos; pastos para suelos ácidos; pastos para condiciones

inundables (para diversidad de tiempo de anegamiento y profundidad de agua) pastos para suelos fértiles, riego y fertilización; pastos para suelos ácidos; pastos para suelos erosionables; pastos para suelos de alto impacto de erosión (cárcavas); cada uno de ellos ofrece la oportunidad de aprovechar las condiciones variables del rancho (bajíos, lomerios, áreas inundables, origen del suelo, etc.). Se debe establecer en cada parte del rancho la especie de mayor conveniencia (y la mejor dentro de la diversidad genética disponible para cada especie); así, nos encaminaremos a lograr la pradera ideal.

México es un importante centro de origen genético de pastos ampliamente adaptados a zonas áridas y las especies valiosas para la producción en pastoreo sufren un deterioro genético marcado. Entre las especies de mayor impacto se encuentran: Gigante, Lobero, Tempranero, Punta Blanca, Búfalo, Banderita y Navajita. Estos recursos genéticos están escasamente estudiados y ofrecen una amplia oportunidad de incrementar la rentabilidad de la explotación ganadera. Estos pastos mexicanos están apenas siendo evaluados para su promoción y se han encontrado diferencias de producción hasta de 1200% entre el de menor producción y el de mayor producción de forraje en pasto Banderita.

México es un centro importante de origen genético de leguminosas y, aunque éstas no evolucionaron al pastoreo, representan una alternativa muy valiosa. La palabra clave al utilizar leguminosas forrajeras es persistencia en la pradera. La mayoría de leguminosas rastreras no persisten en la pradera porque requieren mayor inversión intelectual por parte del productor en el manejo de éste, lo que es el recurso más barato y el más difícil de obtener de los productores en pastoreo extensivo. La alternativa es la utilización de leguminosas arbustivas y arbóreas (mantenidas como arbustivas con manejo) y México tiene una amplia gama de éstas. *Leucaena* es la mejor leguminosa tropical arbórea y esta planta mexicana es la base de la producción en pastoreo extensivo en Australia. En México ha sido muy pobremente utilizada y existe tecnología para establecerla en México tropical y árido. Existen otras leguminosas en evaluación incluyendo especies de los géneros *Sena* y *Acacia*, desarrollándose trabajos sobre la evaluación de taninos y otros factores que pueden influenciar su utilización. Las leguminosas son muy importantes porque conservan la calidad del forraje por mayor tiempo que las gramíneas y alcanzan estratos estables de humedad, por lo que pueden desarrollarse en condiciones de zonas áridas una vez logrado su establecimiento. Otros recursos forrajeros incluyen arbustivas y árboles no leguminosos de gran valía y baja utilización, los cuales se discutirán en la presentación oral.

El enfoque de aprovechamiento sistemático y ordenado de los recursos genéticos (mejorados o no) para cada especie de interés es de gran importancia para mejorar la estabilidad ecológica y producción máxima sostenida de las praderas bajo pastoreo, con bajos costos de inversión. Junto con el uso de leguminosas arbóreas representan la mejor oportunidad para lograr la pradera ideal en producción extensiva con bajas tasas de inversión. La tarea es lograr el establecimiento del pasto adecuado para cada condición fisiográfica de producción del rancho y la mejor representatividad dentro de especie de pasto utilizada y el aprovechamiento de los atributos de la riqueza de especies arbóreas leguminosas ó no.

Resultados Nacionales de Investigación

Una visión retrospectiva sobre los resultados de la investigación en la evaluación de forrajes y la producción en pastoreo en México, puede concluir que no se ha logrado incidir con tecnología de punta en el medio productivo Mexicano y que aún queda mucho por hacer en la producción en pastoreo. En el área de investigación de forrajes para pastoreo extensivo, se han realizado trabajos de evaluación de especies, pobremente representativas de la diversidad natural *i.e.* con escasos recursos genéticos de las especies estudiadas en aspectos de: comparación de variedades, manejo de la fertilización, frecuencias y alturas de corte, suplementación al ganado en pastoreo, asociación con leguminosas, sistemas de pastoreo, etc. (Garza, 1978). Actualmente, al leer revistas especializadas y memorias de congresos nacionales, se puede observar el mismo tipo de trabajos de investigación en forrajes. La variable de mayor abundancia es la especie o variedad de moda. Es tiempo de utilizar metodologías alternas y experiencias desarrolladas principalmente para cultivos básicos, que permitan explotar el potencial máximo de los recursos vegetales forrajeros y dejar de esperar el arribo a nuestro país de nuevas especies o variedades forrajeras para su caracterización tradicional.

Se han introducido y se explotan en los pastizales materiales de gramíneas seleccionados y/o mejorados en otros países (Estados Unidos, Australia, Brasil), los cuales fueron cultivados bajo diferentes condiciones ambientales y de producción. Todos ellos han sido materiales valiosos, ya que han sido base de gran parte del desarrollo de la industria nacional de producción en pastoreo extensivo; sin embargo, debido a que existe amplia variación genética en los centros de origen de especie (Harlan, 1971; Vogel y Burson, 2004), la evaluación de la diversidad natural de especie es una alternativa valiosa e inexplorada. Además poco se conoce acerca del fondo o “pool” genético, estirpe, de las diversas especies introducidas, lo cual ha generado una cultura de dependencia de la importación de variedades seleccionadas en otras partes del mundo y para otras condiciones de producción (altos insumos) y cultura de utilización en pastoreo (estándares productivos del hato).

Un ejemplo: A partir de las variedades comerciales introducidas inicialmente de procedencia australiana: Gaiindah, Molopo, Biloela, Western Australian, Lawes, Nunbank, Tarewinnabar; y recientemente de Estados Unidos: Llano, Nueces, T4464, Americano, Común, Frío, Higgins, etc. de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L. Sin. *Pennisetum ciliaris* Lam.), se han generado gran cantidad de experimentos de caracterización en la producción de forraje, manejo de la fertilización, producción de semilla, suplementación en y manejo del pastoreo, análisis bromatológicos y económicos, etc., para cada una de ellas. Paradójicamente, a la fecha, se espera el arribo de nuevas variedades para repetir los ensayos mencionados.

Otros ejemplos similares pueden incluir: *Brachiaria decumbens* Stapf, variedades: Basilik, Mulato y otras que están por liberarse; *Panicum maximum* Jacq., variedades Liconi, Natzuyataka, Mombaza, Tobiata, etc. *Lolium* spp., variedades: Tetraploide, Oregon, Gulf, etc. Manejadas bajo esquemas de investigación similares a buffel, en México, para lograr su caracterización.

En zonas áridas la producción en pastoreo se basa en el uso de especies nativas del pastizal, praderas de uso intensivo (en los lugares con riego disponible), con especies naturalizadas o exóticas. La incidencia en estas zonas y en las áreas de altiplano de especies introducidas ha sido menor en los últimos años en comparación con las áreas tropicales y esta incorporación de nuevas especies ha ocurrido desde el siglo XVI en muchos casos: *Lolium* spp., *Medicago*

sativa, *Dactylis glomerata*, etc. han sido utilizadas sin conocer el potencial de la diversidad natural de cada especie.

Un poco de historia

Es sabido que las gramíneas de mayor importancia forrajera para el trópico son originarias de Africa, mientras que, gran parte de las especies de mayor impacto para zonas templadas, son originarias de Europa y Asia Menor (Harlan, 1971; Parsons, 1971). Géneros tropicales o intertropicales, de gran valor forrajero, como: *Brachiaria*, *Cenchrus*, *Chloris*, *Pennisetum*, *Panicum*, *Hemarthria*, *Cynodon*, *Hyparrhenia*, *Digitaria*, etc., evolucionaron en Africa a una gran diversidad de presiones de selección: diversidad de tipos de rumiantes con variantes en el tipo de pesuña, peso, dentadura, capacidad ruminal, hábito de pastoreo; diversidad en ambiente: densidad de poblaciones (dominancia alterna de una u otra especie de rumiante), sequías e incendios naturales intermitentes, fertilidad de suelo, altura sobre el nivel del mar, etc (Quero *et al.*, 1994). Lo anterior durante, al menos, 15 millones de años de evolución entre gramíneas y consumidores (Stebbins, 1981; Kellogg, 1998; Kellogg, 2001). Aunado a la presión evolutiva a que fueron sometidas las gramíneas en Africa, presentan un tipo reproductivo asexual (apomixis gametofítica), predominante en la mayoría de las gramíneas tropicales (Asker y Jerling, 1992) y que había sido señalado como una limitante para la selección y mejoramiento genético; sin embargo este fenómeno es un reto tecnológico superado y que abre nuevas alternativas para aprovechar, a bajo costo, los recursos genéticos de las diversas especies de interés. Este tipo reproductivo, presente en la mayoría de las especies africanas que llegaron a América, ha reducido, en nuestro continente, la diversificación evolutiva de los materiales forrajeros durante apenas 500 años de relación intercontinental.

Los pastos Africanos tropicales fueron introducidos hacia América, con el inicio del comercio de esclavos, durante el siglo XVI; sin embargo, los estudios sistemáticos de su potencial forrajero se iniciaron a finales del siglo XIX en países como los Estados Unidos, Africa del Sur y Australia. En México, del total de especies introducidas de Africa las gramíneas constituyen más de la mitad de las éstas y conforman 90% de la población de plantas introducidas (Rzedowski y Calderón, 1990).

Hasta la década de 1980, los trabajos de investigación para mejorar la calidad productiva dentro de cada especie, se basaron en la selección de ecotipos, con una marcada ausencia de producción y selección de híbridos debido, principalmente, a un pobre entendimiento del tipo reproductivo implícito en muchas de las gramíneas forrajeras tropicales e intertropicales. Actualmente, los avances sobre el conocimiento de la apomixis y el apoyo económico a la investigación para lograr la incorporación de esta característica en cultivos básicos (sintenia y colinearidad del genoma de las gramíneas; Doyle *et al.*, 1992; Gale and Devos, 1998; Kellogg, 1998; McCouch, 1998) ha generado herramientas para manipular el tipo reproductivo con fines de mejoramiento genético en gramíneas forrajeras apomícticas. Las gramíneas forrajeras se han beneficiado del estudio, para cultivos básicos de la apomixis, con la ventaja de que este tipo reproductivo ya se encuentra presente en estas especies, no existe una necesidad de su incorporación mediante cruza amplias, como en cultivos básicos.

Y los pastizales naturales Americanos?

La desaparición en América de los grandes rumiantes de las planicies Norteamericanas durante el pleistoceno (Owen-Smith, 1987; 1989), ha constituido un factor importante para la escasa relación evolutiva, comparada con África, entre rumiantes y gramíneas forrajeras en zonas templadas e intertropicales Americanas, lo cual resulta relevante para las zonas áridas en México. América tropical mantenía ciclos de selva y llanos naturales condicionados por relaciones de fertilidad del suelo. Ciclos de deficiencia de nutrientes “oligotropía” fueron los responsables primarios de la conformación de los pastizales tropicales Americanos, antes de la llegada de especies Africanas, lo cual ha estado marcadamente correlacionado con una toxicidad de Aluminio (escleromorfismo; Huber, 1987). En las selvas con altas concentraciones de Aluminio, la vegetación de alto dosel, daba paso a las especies de gramíneas tolerantes a estas condiciones (*Paspalum*, *Axonopus*, etc.); cuando los niveles de Aluminio se reducían, la selva invadía los pastizales; este ciclo se repetía en gran parte de América tropical. Los pastizales norteamericanos tienen un menor tiempo de relación evolutiva entre rumiantes y gramíneas que los pastizales Africanos, lo cual explica, en parte la carencia de especies altamente productivas y de menor adaptación al fuego y pastoreo en zonas áridas en comparación con las especies Africanas.

América tropical ha sido, por su parte, un importante centro de diversidad genética de leguminosas forrajeras con gran valor forrajero: *Leucaena*, *Centrosema*, *Clitoria*, *Macroptilium*, *Cratilia*, *Arachis*, etc., son algunas leguminosas con reconocido valor forrajero, nativas de América tropical. Sin embargo, bajo condiciones de pastoreo extensivo con ganado doméstico, las savanas neotropicales inducidas posteriormente a la llegada de europeos a América, las leguminosas requieren de una mayor capacitación del ganadero en el manejo del pastoreo, para lograr una mayor persistencia (principal problema de las leguminosas forrajeras (cita, 1989) de las mismas, lo cual es pobremente entendido por los ganaderos Latinoamericanos. En las leguminosas forrajeras se deben cuidar, mediante pastoreos estacionales y con cargas animal adecuadas, las épocas de floración, producción de semilla y, principalmente, la época de reclutamiento de nuevos individuos, lo que los ganaderos en México están muy lejos de entender y manejar adecuadamente. Las leguminosas representarán una valiosa respuesta productiva, una vez que logremos una mayor cultura ganadera entre nuestros productores pecuarios en pastoreo. Mientras lo anterior no ocurra, la producción en pastoreo en el trópico se basará en vegetación nativa y praderas inducidas de gramíneas.

Por otra parte, pocos géneros Americanos de gramíneas: *Paspalum*, *Tripsacum*, *Bouteloua*, *Setaria*, *Sporobolus*, *Leptochloa*, *Echinochloa*, *Hymenachne*, entre los principales, son comparables en productividad con los géneros de origen Africano y en nichos ecológicos específicos. Sin embargo, estas especies resultan las más accesibles si se pretende iniciar un programa de selección a partir de la riqueza natural y, en caso de atributos que no se encuentren expresados en la riqueza natural de especie, iniciar programas de mejoramiento de gramíneas, para pastoreo extensivo, en México; además, es ampliamente reconocido que las especies nativas poseen mayor persistencia ante eventos de baja frecuencia y alta intensidad como sequías prolongadas y heladas (Morales, 2006). Lograr el presupuesto requerido para introducir ecotipos de gran importancia desde África (como lo ha hecho Brasil en *Brachiaria* y *Panicum*) sería utópico, aún cuando su impacto en la producción y, por tanto, en la economía fuese importante como se verá en un ejemplo más adelante.

Las gramíneas Africanas como invasoras

La dinámica biológica vegetal ha sido acelerada por el ser humano. Los pastizales neotropicales han tolerado la introducción de gramíneas africanas desde tiempos coloniales con una amplia dispersión de estas especies introducidas. Durante el siglo XX nuevas introducciones con fines de producción en pastoreo y mejoramiento de praderas han desplazado a las gramíneas nativas en muchos sitios, las gramíneas introducidas han sido preferidas por los ganaderos, debido a su mejor persistencia bajo pastoreo y mayor valor forrajero en comparación con los pastos nativos (Parsons, 1971; Spain y Lascano, 1985).

Las gramíneas Africanas, principalmente C₄, poseen curvas similares de saturación luminosa y de temperatura óptima para la fotosíntesis; sin embargo, las gramíneas Africanas poseen altas tasas de crecimiento, resultado de su mayor capacidad fotosintética y una eficiente asignación de carbohidratos producto de la fotosíntesis hacia las hojas y una mayor área foliar específica en comparación con las gramíneas Americanas. Las gramíneas americanas poseen una relación raíz: tallo mayor que las africanas y la mayoría de sus reservas de nutrientes se encuentran en la porción subterránea de la planta. Las grandes cantidades de biomasa remanentes en áreas con dominancia de especies Africanas promueven los incendios naturales e incrementa la intensidad de éstos. Las comunidades nativas con incendios regulares son invadidas por especies Africanas, que a su vez promueven mayor cantidad e intensidad de incendios (D'Antonio y Vitousek, 1992); este fenómeno ha sido ampliamente reportado en Nuevo México y Arizona, donde culpan la introducción de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* Syn. *Pennisetum ciliare*) a Sonora como el causante de los incendios en sus serranías y del desplazamiento de especies nativas de desarrollo menos activo (O'connor, 1991; D'Antonio y Vitousek, 1992; Perramond, 1996).

Las gramíneas Africanas poseen una mayor tasa fotosintética y eficiencia de uso de agua, además de una mayor tolerancia a la defoliación, tanto las respuestas fisiológicas como de arquitectura vegetal contribuyen al crecimiento compensatorio posterior a la defoliación en las especies Africanas (Hodkinson *et al.*, 1989). Esta mayor tolerancia al pastoreo de las gramíneas Africanas esta relacionada posiblemente a su prolongada coevolución con amplia diversidad de herbívoros, lo que puede facilitar su predominancia ante las especies de gramíneas nativas de América tropical, por efecto de la gradual eliminación del pastizal de las especies menos tolerantes a pastoreos intensos mal manejados, situación normal en México.

Gramíneas como monocultivo y asociadas con leguminosas

Las épocas marcadas de abundancia y escasez de lluvia, en la mayor parte de la república Mexicana, provoca fluctuaciones severas en la calidad nutricional y rendimiento del forraje. Se ha investigado ampliamente sobre el establecimiento y manejo de praderas asociadas de gramínea y leguminosa, como alternativa para mantener la calidad de la dieta del ganado; no obstante, a la fecha, no se ha logrado el establecimiento de grandes superficies de estas asociaciones o de leguminosas en monocultivo, principalmente a la limitada persistencia de las leguminosas bajo condiciones de producción en pastoreo; esta tecnología es una excelente alternativa; sin embargo, requiere una mayor capacidad tecnológica por parte del productor, del manejo requerido para el uso de leguminosas: épocas de floración, manejo de la carga animal adecuada, sistema de pastoreo, épocas de reclutamiento de nuevos individuos, época de producción de semilla, etc., lo que ha provocado una reducida adopción del uso de

leguminosas. Lo anterior es indicativo que la mayor proporción de la producción en pastoreo seguirá dependiendo de las gramíneas forrajeras en combinación con los diversos tipos de vegetación nativa.

Toda regla tiene una excepción, se han logrado alentadores resultados (Carrete *et al.*, 1986) con *Leucaena leucocephala* Lam. de Wit; la cual, aunque de lento establecimiento, una vez establecida, persiste en la pradera con un cuidado mínimo del pastoreo; esto es, resiste la baja tecnología aplicada al pastoreo. Estos resultados se han obtenido en nichos ecológicos bien definidos: suelos no inundables de profundidad media a alta, pH neutro, etc. Algunas otras especies de leguminosas tropicales poseen un potencial productivo similar *Arachis pintoii* Kap. y *Pueraria phaseoloides*, asociadas con especies de gramíneas de crecimiento erecto y han mostrado persistencias notables, aunque en nichos ecológicos más delimitados. En el caso de zonas áridas han existido escasos esfuerzos en la incorporación de leguminosas a los sistemas extensivos “temporaleros” de producción en pastoreo.

Condición del Pastizal (lo que es de todos no es de nadie)

La historia de la Ganadería de Zacatecas (Esparza, 1990) reporta el arribo de carretas tiradas por bueyes de búfalo a la ciudad de Zacatecas, durante la época de la Colonia. Esta referencia nos da idea del potencial productivo que tenía el pastizal en México. Actualmente, la condición del pastizal es pobre en la mayor parte del Desierto Chihuahuense, lo anterior, debido principalmente a que el beneficio del posible cuidado del pastizal no llega a los propietarios del terreno de pastoreo en el caso de tierras comunales o ejidales, la tragedia de los recursos comunes (Hardin, 1968). Esta situación ha generado una explotación excesiva del pastizal afectando marcadamente su condición, dado que a nadie le interesa cuidar para que otros se beneficien, lo que aniquila las iniciativas individuales de mejoramiento del pastizal y elimina el trabajo diario como herramienta principal de manejo sustentable del recurso, tradicional entre nuestros productores agrícolas. La integración de prácticas de manejo y mejoramiento de la condición de los pastizales debe basarse en el logro de beneficios directos a los propietarios del mismo y no a los propietarios de los semovientes como ocurre hasta ahora. Existen prácticas que se pueden integrar a la cultura de uso del pastizal de los productores (descansos programados, producción de plántulas, cosecha de semilla, trasplante, sistemas de pastoreo, etc.). Mientras estas condiciones no se logren, cualquier ecotipo sistemáticamente seleccionado o cualquier híbrido esmeradamente producido y seleccionado no tendrán impacto en la recuperación de amplias superficies del Desierto Chihuahuense y Sonorense.

Recursos genéticos: La alternativa

Los experimentos de evaluación y conservación de forrajes en “jardines de introducción” han sido, generalmente, multiespecíficos. Se conservan en pequeñas áreas hasta 40 especies de gramíneas y leguminosas con el fin de reconocer las bondades de las diversas especies, monitoreando algunos aspectos agronómicos como rendimiento de forraje, calidad nutritiva, producción de semilla, etc. (Quero *et al.*, 1994). De esta forma se ha logrado reconocer las ventajas de diversas especies en las regiones ecológicas que se evalúan. Por otra parte, lo que sería el paso lógico a seguir, es la conformación de jardines de introducción de buen número de ecotipos (15 o 20) de la especie o pocas especies que hubiesen resultado como las de mayor potencial productivo. Lo anterior, con el fin de seleccionar lo mejor que ofrece la diversidad natural de dicha especie. Una vez identificado el mejor ecotipo dentro de especie será de mayor valía realizar los ensayos agronómicos tradicionales (fertilización, frecuencias

de corte, calidad forrajera, manejo del pastoreo, etc.) con esto se reconocería el fondo genético que ha dado origen a nuestra selección, para iniciar posteriormente un programa de mejoramiento genético, en caso de ser necesario, toda vez que se trata en su mayoría de plantas silvestres.

Recursos genéticos implica diversidad natural, riqueza genética, lo cual se logra mediante colectas representativas de los centros de origen de la especie de interés (Harlan, 1971). Esto permitirá la selección de los mejores ecotipos para las condiciones de producción existentes en México: pobre tecnología de producción en pastoreo, escasa utilización de insumos, diversidad de ambientes, etc. Por otra parte, permitirá salvaguardar los recursos genéticos para las necesidades de futuras generaciones.

Resultados de Investigación

El primer paso en cualquier programa de mejoramiento genético es la obtención de riqueza genética originada del centro de origen de la especie de interés. Junto a *Bouteloua gracilis* (navajita), *B. curtipendula* (banderita) representa la mejor especie forrajera nativa para las zonas áridas de México. El género *Tripsacum* es la especie silvestre apomíctica más cercana al maíz y nativo de México y Guatemala, por lo que la colecta realizada por ORSTOM-CIMMYT se ha caracterizado en su valor forrajero (Quero *et al.*, 1998). Para las zonas tropicales se ha realizado la colecta de una especie con fotosíntesis C_3 (*Hymenachne amplexicaulis* Kunth –popotillo o azuche), lo que garantiza su mayor digestibilidad. Esta es una especie adaptada a tierras bajas inundables de Tabasco y Campeche, principalmente; sin embargo, su potencial de producción puede extenderse a terrenos tropicales donde pueda manejarse riego en época de secas, una vez comprobado su valor productivo. Ambas son especies cuyos recursos genéticos se mantenían sin colectar sistemáticamente aún siendo altamente accesibles.

1. El complejo *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr.

Este complejo comprende 11 especies estrechamente relacionadas y con potencial de hibridación, de las cuales tres, al menos tres, crecen exclusivamente en México. La presencia de apomixis, poliploidía y la hibridación natural han sido determinadas como las fuerzas naturales que conforman este complejo, acorde a estudios de filogenia basados en marcadores moleculares. Durante los años 2000, 2001 y 2003 se han colectado 400 accesiones en 14 estados de la república. Estos materiales se mantienen en un vivero de conservación en Salinas, SLP. Se ha evaluado parcialmente la colecta para aspectos de morfología forrajera, nivel de ploidía y se ha iniciado el análisis de sacos embrionarios para definir el tipo reproductivo. Los avances parciales muestran amplia variación morfológica en atributos forrajeros, diversos niveles de ploidía han sido establecidos con el citómetro de flujo. Se han establecido relaciones geográficas en atributos morfológicos. Se han realizado análisis de calidad de forraje de diversos materiales. Se empiezan a detectar materiales con buen potencial de producción de forraje.

2. *Hymenachne amplexicaulis* Kunth.

Las tierras bajas tropicales de México son el soporte de la ganadería durante las épocas de estiaje para éstas regiones. Esta condición es ampliamente notoria en los estados de Tabasco, Campeche y Chiapas, principalmente. *Hymenachne* es un género pequeño, reportado con

cinco especies, de las cuales una crece en nuestro país. Esta es una especie sexual diploide, lo que la diferencia marcadamente de las especies poliploides apomícticas. Durante el año 2002 se colectaron 90 sitios de las costas del Pacífico y Atlántico además de las zonas altas de Chiapas. Se ha iniciado la calificación morfológica de atributos forrajeros (relación hoja tallo, densidad de hojas, ancho de hoja, suavidad de hoja, rendimiento de forraje). Mediante marcadores genéticos se han establecido las relaciones fisiográficas entre los individuos que componen esta colecta, se ha establecido un área con los mejores materiales con el propósito de producir una variedad sintética a mediano plazo.

3. Potencial productivo de híbridos interespecíficos del género *Brachiaria*.

Durante 1996 a 1999 se realizaron cruces entre *Brachiaria ruziziensis* ($2n=4x$) *B. brizantha* ($2n=4x$) como progenitor poliploide sexual y apomíctico, respectivamente obteniéndose alrededor de 600 plántulas de origen sexual y con tipo reproductivo sexual y apomíctico. Se seleccionaron 20 híbridos con la mejor morfología forrajera para su evaluación agronómica. Estos híbridos se multiplicaron clonalmente (apomixis esporofítica o vegetativamente) hasta lograr surcos de 20 m de cada híbrido. Los híbridos fueron calificados morfológicamente para su caracterización. Se tienen datos de calidad de forraje, producción de forraje y se ha realizado el análisis del tipo reproductivo definiéndose su reproducción apomíctica en todos los casos mediante el clareamiento de ovarios *in toto*.

Incrementando la base genética disponible

Solamente, *Cenchrus ciliaris* L. sin. *Pennisetum ciliare* (L.) Link., entre los pastos introducidos de Africa hacia zonas intertropicales, ha recibido amplios esfuerzos para incrementar la base genética utilizada en el establecimiento de praderas, los atributos de esta especie en aspectos de combinación de resistencia a sequía, producción, calidad de forraje y facilidad de establecimiento. El interés de este programa es el avance hacia zonas desérticas Norteamericanas (mas al norte del paralelo 35) con esta especie; sin embargo, el problema mas allá de este paralelo es la baja resistencia al frío que ha mostrado esta especie. Definir el origen y colectar en el centro de origen de la especie de interés es básico para conseguir diversidad genética dentro de la especie y enfrentar los aspectos que impiden la utilización de la misma entre los productores o las limitantes que impiden incrementar la rentabilidad de la empresa de pastoreo: mosca pinta, producción y calidad de forraje, resistencia a frío, resistencia a sequía, fijación biológica de nitrógeno, sexualidad en individuos apomícticos, entre los de mayor importancia como se menciona en la sección respectiva a continuación.

El pasto buffel se distribuye desde Africa tropical y subtropical (de donde es nativo) y en la India y Pakistan en áreas secas desde el nivel del mar hasta 2,000 m (Bogdan, 1977). Esta es una especie excelentemente adaptada a ambientes áridos de USA y México (Hanselka, 1985) y Australia (Paull y Lee, 1978). El centro de diversidad genética (Harlan, 1971) de esta especie es el Sahel Africano (LeHoérou, 1985; Voigt y MacLauchlan, 1985; Savidan, 1991), aunque el equipo de mejoradores de la universidad A&M señala Sudáfrica como centro de diversidad (Hussey y Bashaw, 1990). Buffel crece a precipitaciones entre 270 a 300 mm en Kenia con dos épocas de lluvia y desde los 400 mm de lluvia anual en áreas con una sola época. La resistencia a sequía en este pasto se explica por su sistema radical profundo y su temperatura óptima de fotosíntesis (35°C ; Voigt y MacLauchlan, 1985). Esta especie se establece casi exclusivamente por semilla. Buffel se había señalado como nativo de Africa tropical, subtropical, India e Indonesia y el equipo de mejoramiento genético de Texas A. & M. lo ha indicado como originario de Sudáfrica (Hussey y Bashaw, 1990); sin que a la

fecha se hayan descubierto individuos sexuales en las áreas de colecta. No se han llevado a cabo colectas de *Cenchrus ciliaris* en el Sahel africano, esto es, puede representar una fuente importante de variabilidad genética el coleccionar en esta región, dado que buffel un recurso forrajero en espera de un programa de colecta y conservación de la diversidad genética y que promete buena rentabilidad, una vez que se hayan generado ecotipos o híbridos sobresalientes. La sexualidad base del programa de mejoramiento genético de buffel se originó a partir de una planta descubierta en el rancho de Patt Higgins y ha sido la base para obtener variabilidad genética en la diversidad de materiales liberados como híbridos o ecotipos noveles, posterior a los materiales Australianos liberados anteriormente. La mayoría de los ecotipos de buffel se reproducen obligadamente por apomixis gametofítica del tipo apospórico (Ozias-Akins *et al.*, 1997), lo cual significa que la progenie de estos ecotipos es copia fiel de las plantas progenitoras. Este fenómeno reproductivo está causando una revolución en los laboratorios de mejoramiento genético en todo el mundo (Aunque en México no se ha iniciado investigación al respecto; Hoisington *et al.*, 1999), dado el interés en producir cultivos básicos de reproducción apomítica; sin embargo, la gran mayoría de los pastos tropicales se reproducen por apomixis y la tecnología generada para cultivos básicos, en aspectos de manejo y aprovechamiento de la apomixis se pueden aplicar, dado que no se requiere de cruces amplias en la mayoría de las especies forrajeras.

Los estudios se iniciaron con la introducción en 1945 a los Estados Unidos de esta especie. En México, buffel fue establecido inicialmente por el Dr. Leonel Roblés Gutiérrez en el Campo Agrícola Experimental de Apodaca, en 1957 (www.colpos.mx). Los estudios en Estados Unidos continuaron con la definición del comportamiento de la apomixis (Sherwood *et al.*, 1980), relaciones evolutivas con especies cercanas (Read y Bashaw, 1969), métodos de cruzamiento sin sexualidad disponible, descubrimiento y registro de planta sexual espontánea (Bashaw, 1968) e inicio de la hibridación para la producción de variedades en esta especie (Bashaw, 1980). La utilización en monocultivo de praderas de *Brachiaria decumbens* en Brasil incrementó marcadamente la capacidad de carga de las mismas y decremento la deposición de nitrógeno y otros nutrientes. La orina y heces contienen gran cantidad de nitrógeno soluble altamente susceptible a la volatilización o denitrificación con las subsecuentes pérdidas por lixiviación, junto con el pisoteo reduce la recuperación de nitrógeno para el crecimiento vegetal, lo que ha provocado la degradación de las mismas (Boddey *et al.*, 2004).

Conclusiones

Los avances en reproducción y mejoramiento genético de especies de gramíneas forrajeras han permitido el aprovechamiento de las particularidades reproductivas, apomixis, autoincompatibilidad, etc., en especies forrajeras (Hanna y Bashaw, 1987; Do Valle and Miles, 2001) surgiendo para especies apomíticas, diversos programas de mejoramiento genético de especies intertropicales: *Brachiaria* spp. en Brasil, Cuba y Colombia; *Panicum* spp. en Brasil, *Paspalum* spp. en Argentina; *Poa* spp., *Bothriochloa-Dichanthium* spp., *Paspalum* spp., *Cenchrus ciliaris*, *Pennisetum* spp., en Estados Unidos. Estos programas enfocan sus actividades a localizar y resolver problemáticas locales y posteriormente la exportación de variedades, de las cuales resultamos los mejores clientes; al menos de *Brachiaria* spp. y *Panicum* spp. Los marcadores genéticos han reconocido la sintenia y colinearidad del genoma de gramíneas (Euillet, 1999; Kellogg, 1998; Kellogg, 2001), lo que implica en teoría que los genes descubiertos en una especie pueden ser transferidos a otra

especie sin dificultades mayores, lo que ha generado una actividad inusitada en el descubrimiento y patentado de genes en gramíneas. Por tanto, debemos formar cuadros de jóvenes investigadores que integren los avances en ciencias vegetales a la tecnología de producción de forrajes y las particularidades de los sistemas de producción extensiva en México, lo que permitirá producir variedades forrajeras sólidamente soportadas por la amplia base de recursos genéticos de bajo costo que poseemos.

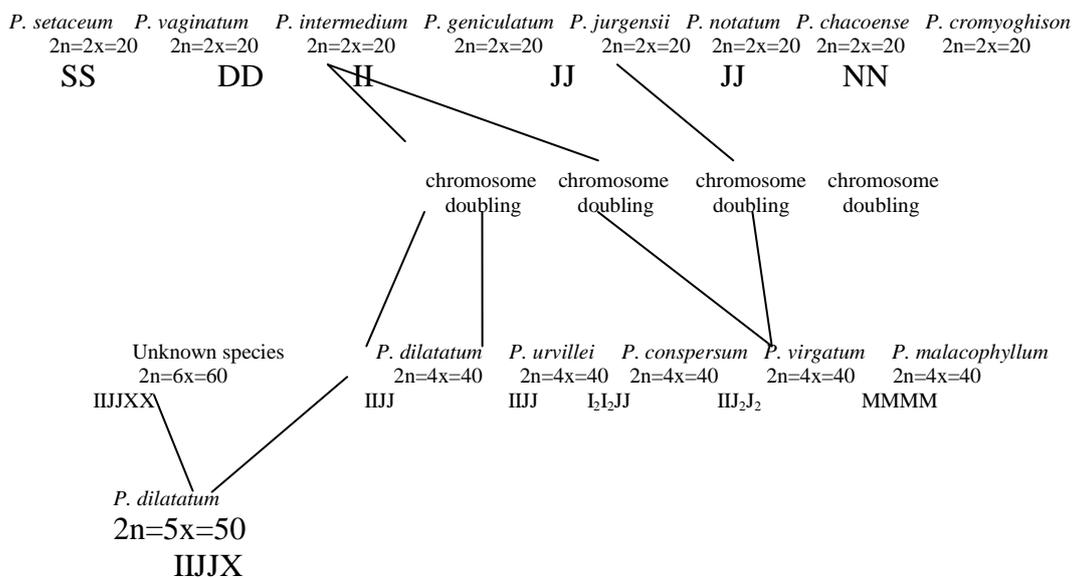
Literatura Citada

- Asker, S. E. y L. Jerling, 1992. Apomixis in plants. CRC Press. Boca Ratón, Florida.
- Bashaw, E. C. 1968. Registration of Higgins buffelgrass. *Crop Sci.* 8: 397.
- Bashaw, E. C. 1980. Registration of Nueces and Llano buffelgrass. *Crop Sci.* 20: 112.
- Bogdan, A. V. 1977. Tropical pasture and fodder plants. Longman Inc. Ed. New York. pp. 67-74.
- Boddey, R.M., R. Macedo, R. M. Tarré, E. Ferreira, O. C. de Oliveira, C. de P. Rezende, R. B. Cantarutti, J. M. Pereira, B. J. R. Alves, S. Urquiaga. 2004. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. *Agric. Ecosys. And Environ.* 103: 389-403.
- Carrete, C. F., J. A. Eguiarte y A. R. Quero. 1986. Comportamiento de toretes en praderas de estrella-leucaena en la época de secas en el norte de Nayarit. *Memorias de la Reunión Anual de Investigación Pecuaria en México.* pp 119-132.
- D'Antonio, C. M., y P. M. Vitousek. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle and global change. *Ann. Rev. Eco. Syst.* 23: 63-87.
- Doyle, J. J., J. I. Davis, R. J. Soreng, D. Garvin, and M. J. Anderson. 1992. Chloroplast DNA inversions and the origin of the grass family. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 89: 7722-7726.
- Feuillet, Catherine, and B. Keller, 1999. High gene density is conserved at syntenic loci for small and large grass genomes. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96: 8265-8270.
- Gale, D. M., and K. M. Devos. 1998. Comparative genetics in the grasses. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 95: 1971-1974.
- Garza, T. R. 1978. Producción de carne en el trópico húmedo de México *In:* L. E. Tergas y P. A. Sánchez (eds.): Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Calí, Colombia. pp 309-319.
- Hanna, W. W. y E. C. Bashaw, 1987. Apomixis its identification and use in plant breeding. *Crop Sci.* 27: 1136-1139.
- Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162: 1243-1248.
- Harlan, J. R. 1971. Agricultural origins: Centers and noncenters. *Science* 174: 468-474.
- Hodgkinson, K. C., M.M. Ludlow, J. J. Mott, y Z. Baruch. 1989. Comparative responses of the savanna grasses *Cenchrus ciliaris* and *Themeda triandra* to defoliation. *Oecologia*: 79: 45-52.
- Hoisington, d., M. Khairallah, T. Reeves, J. Ribaut, B. Skovmand, S. Taba y M. Warburton. 1999. Plant genetic resources: What can they contribute toward increased crop productivity? 96: 5937-5943.
- Hubber, O. 1987. Neotropical savannas: Their flora and vegetation. *Tree* 2 (3): 67-71.
- Hussey, M. A. y E. C. Bashaw. 1990. Avances en el mejoramiento genético del zacate buffel. *Memorias de la IV Conferencia Internacional de Ganadería Tropical.* Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, México. pp. 12-15.
- Kellogg, E. A. 1998. Relationships of cereal crops and other grasses. *Proc. Nat. Acad. of Sci.* 95: 2005-2010.
- Kellogg, E. A. 2001. Evolutionary history of the grasses. *Plant Phys.* 125: 1198-1205.
- LeHoérou, H. N. 1985. Forage and fuel plants in the arid zone of North Africa, the Near and Middle East. *In:* G. E. Wikens, J. R. Goodin, and D. V. Field (eds.) *Plant for arid lands.* George Allen & Unwin (publishers). London. pp 117-141.
- McCouch, Suzan. 1998. Toward a plant genomics initiative: Thoughts on the value of cross-species and cross-genera comparisons in the grasses. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 95: 1983-1985
- O'Connor, T. G. O. 1991. Local extinction in perennial grasslands: a life-history approach. *Amer. Nat.* 137: 753-773.
- Ozias-Akins, P., D. Roche y W. W. Hanna, 1997. Tight clustering and hemizygoty of apomixis-linked molecular markers in *Pennisetum squamulatum* implies genetic control of apospory by a divergent locus that may have no allelic form in sexual genotypes. *PNAS* 95 (9): 5127-5132.
- Owen-Smith, N. 1987. Pleistocene extinctions: the pivotal role of megaherbivores. *Paleobiology.* 13: 351-362.
- Owen-Smith, N. 1989. Megafaunal extinctions: the conservation message from 11,000 years BP. *Conservation Biol.* 3: 405-412.
- Parsons, J. J. 1971. Spread of african pasture grasses to the american tropics. *J. Range Manag.* 24: 12-17.

- Paul, C. J. y G. R. Lee. 1978. Buffelgrass in Queensland. *Queensl. Agric. J.* 104: 57-75.
- Perramond, E. P. 1996. Hot cows and green pastures in the río Sonora Country, México. *Geog. Rev.* 86 (3): 462-464.
- Rzedowski, J. Y G. Calderón. 1990. Nota sobre el elemento Africano en la flora adventicia de México. *Acta Bot. Mexicana* 12: 21-24.
- Rowntree, K., M. Duma, V. Kakembo, and J. Thornes. 2004. Debunking the myth of overgrazing and soil erosion. *Land Degrad. and Develop.* 15: 203-214.
- Savidan, Y. H. 1991. Germoplasma de plantas forrajeras tropicales: Técnicas modernas de evaluación. *In: J. Pérez P. y J. G. Herrera H. (eds.) Evaluación de praderas tropicales. Memorias del Seminario Internacional. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp. 1-20.*
- Sherwood, R. T., B. A. Young, y E. C. Bashaw. 1980. Facultative apomixis in buffelgrass. *Crop Sci.* 20: 375-379.
- Spain, J. M., y C. E. Lascano. 1985. Estrategias para mejorar la eficiencia de utilización de sabanas nativas en el trópico húmedo. *In: A. Saldivar F. (ed.) Memoria de seminarios. X Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de México. pp 57-66.*
- Schlager, E. y E. Ostrom. 1992. Property-rights regimes and natural resources: A conceptual analysis. *Land Econ.* 68: 249-262
- Stebbins, G. L. 1981. Coevolution of grasses and herbivores. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 68: 75-86.
- Valle do, Cacilda, and J. Miles. 2001. Breeding of apomictic species. *In: Y. H. Savidan, J. G. Carman, and T. Dresselhaus (eds.) The flowering of apomixis from mechanisms to genetic engineering. México, D. F.: CIMMYT, IRD, European Comisión DG VI (FAIR) pp. 137-152.*
- Vogel, K. P. y B. L. Burson. 2004. Breeding and genetics. *In: L. E. Moser, B. L. Burson, y L. E. Sollenberger (eds.) Warm-season (C4) grasses. ASA, CSSA, SSSA Agronomy Series 45. pp 51-94.*
- Voigt, P. W. y R. S. MacLauchlan, 1985. Native and other western grasses. *In: M. E. Heath, R. F. Barnes, and D. S. Metcalfe (eds.) Forages: The science of grassland agriculture. Iowa State University Press. pp. 177-187.*

APENDICE

Fig 1. Relaciones filogenéticas entre las diferentes especies de *Paspalum* y su importancia en el origen de *P. dilatatum* pentaploide (Burson, 1981b; Burson, 1989)



Cuadro 1. Disponibilidad comercial de diversas variedades del género *Paspalum*. Anderson and Sharp, 1995. * Material experimental **Noveno ciclo de Selección Fenotípica Restringida (RRPS) del cultivar Pensacola.

<u>Especie</u>	<u>Cultivar</u>	<u>Método de Mejoramiento</u>	<u>Método de Propagación</u>	<u>Lugar de Mejoramiento</u>
<i>Paspalum hieronymi</i> Hack. (<i>Paspalum</i>)				
	1. Tropic Lalo	Brasil	material vegetativo	1984 Hawaii
<i>Paspalum nicorae</i> Parodi (brunswickgrass)				
	1. PI 202044 (apomictic) evaluación	Argentina	material vegetativo	En
	2. PI-310131	Brasil	material vegetativo	1993 GA
<i>Paspalum notatum</i> Flügge (Bahagrass)				
	1. Paraguay 22.	Paraguay	selecto (apomítico)	Tifton, GA-ARS
	2. Pensacola	Barco frutero	Pruebas de Producción	42
	3. RCP*	Policruza	selección masal	U of Florida
	4. Tifton 9 (Reg. 118)	RRFS**	selecto	ARS
	5. Wilmington SCS vivero	Wilmington, NC	Incremento	
<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz (Seashore paspalum)				
	1. Tropic shore Hawaii	Oahu, HI.	Incremento (asexual)	SCS

Cuadro 2. Origen y resistencia relativa al frío de variedades de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.; modificado de Hussey y Bashaw, 1990; Hussey *et al.*, 1993). En México, es importante que la definición de los atributos de una u otra variedad, no rebase la importancia de la investigación de las necesidades de los productores o la investigación básica, lo que permitiría el uso eficiente de los escasos recursos humanos y financieros y evitará que esperemos la siguiente variedad para realizar estudios que no resultan en avances tangentes hacia al aprovechamiento del potencial genético de la especie de interés. Disponer de recursos genéticos resulta de importancia básica.

Variedad	Origen	Resistencia a Frío
Común Americano	Kenia	Pobre
Viólela	Tanzania	Pobre
Gayndah	Kenia	Pobre
Lawes	Sudáfrica	Pobre
Molopo	Sudáfrica	Pobre
Nunbank	Uganda	Pobre
Mbalambala	Kenia	Pobre
Tarewinnbar	Kenia	Pobre
Higgins	Texas, USA	Pobre
Llano	USA*	Media
Nueces	USA*	Media
T-704	USA*	Buena
Frío	Sudáfrica	Muy buena
Pecos	Comercial, USA	Buena
Laredo	Comercial, USA	Buena

*Producidos en Texas A&M University (TAMU) mediante una planta sexual tetraploide descubierta en el rancho Higgins en Texas.

**Pentaploide natural seleccionado y en evaluación en diversos sitios en México.

Cuadro 3. Especies del género *Tripsacum* que comprenden la sección Fasciculata y *Tripsacum*.

Espiguilla de cada par estaminado pedicelada	Espiguillas del par estaminado sésiles
Sección Fasciculata	Sección <i>Tripsacum</i>
<i>T. fasciculatum</i> Trin. Ex Aschers	<i>T. andersonii</i> Gray
<i>T. lanceolatum</i> Rupr. Ex Fourn.	<i>T. australe</i> Cutler & Anderson var. <i>hirsutum</i> de Wet & Timothy
<i>T. laxum</i> Nash	<i>T. bravum</i> Gray
<i>T. maizar</i> Hern. & Randolph	<i>T. cundinamarce</i> de Wet & Timoty
<i>T. pilosum</i> Scribn. & Merr	<i>T. dactyloides</i> (L.) L. var. <i>dactyloides</i> var. <i>hispidum</i> de Wet & Harlan var. <i>meridionale</i> de Wet & Timothy
	var. <i>mexicanum</i> de Wet & Harlan
	<i>T. floridanum</i> Porter ex Vasey
	<i>T. intermedium</i> de Wet & Harlan
	<i>T. latifolium</i> Hitchc.
	<i>T. manisuroides</i> de Wet & Harlan
	<i>T. peruvianum</i> de Wet & Timothy
	<i>T. peruvianum</i> de Wet & Timothy
	<i>T. zopilotense</i> Hernán. & Randloph

Cuadro 4. Atributos forrajeros de especies del complejo agámico de *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr. colectada en México durante el año 2000 y 2001. Actualmente se tienen mas datos evaluados y mayor número de ecotipos. La diversidad es notoria y atributos como la altura de disponibilidad de 80% forraje son altamente valiosos para la selección de materiales forrajeros destacados.

ID	Suavidad de hoja	Relación H: Tallo	Ancho de Hoja	Altura de forraje (80%)	PC	FDN
00-2	MSuave	MBuena	0.41 cm	15 cm	11.9	82.7
00-3	Rugosa	Regular	0.59 cm	-----	13.9	82.2
00-7	Suave	Pobre	0.16 cm	-----	-----	-----
00-53	Suave	MBuena	0.40 cm	-----	14	82.6
00-87	MSuave	MMBuena	0.40 cm	-----	11	79
00-96	Suave	Buena	0.60 cm	20 cm	12.5	85.7
00-135	Suave	MBuena	0.50 cm	35 cm	8.1	70.7
00-200	Suave	Buena	0.40 cm	28 cm	9.4	75.6
00-212	Suave	Buena	0.63 cm	40 cm	15.1	71.6
00-239	Suave	Buena	0.60 cm	18 cm	15.0	73
00-241	MMSuave	Buena	0.50 cm	-----	-----	----
00-216	Suave	Buena	0.70 cm	30 cm	14.9	79.2
00-72	Suave	MBuena	0.20 cm	-----	-----	-----

Cuadro 5. Estadísticas básicas registradas en algunos atributos de recursos genéticos de *Hymenachne amplexicaulis* [(Rudge) Nees.] colectados en México tropical.

	Numero de macollos	Ancho de hoja central	Largo de hoja central
Coef. de Variación	49.1	25 mm	21.5 mm
Varianza	21.2	0.21	53.44
Media	9.36	1.83 cm	34.1 cm
Desviación Estandar	4.6	0.46	7.31
Media mas alta ¹	26	3.6	52.4
Media mas baja ²	2.4	1.1 cm	17.1 cm

1. Media de los cinco mayores valores registrados en repeticiones individuales

2. Media de los cinco valores menores, registrados en repeticiones individuales.

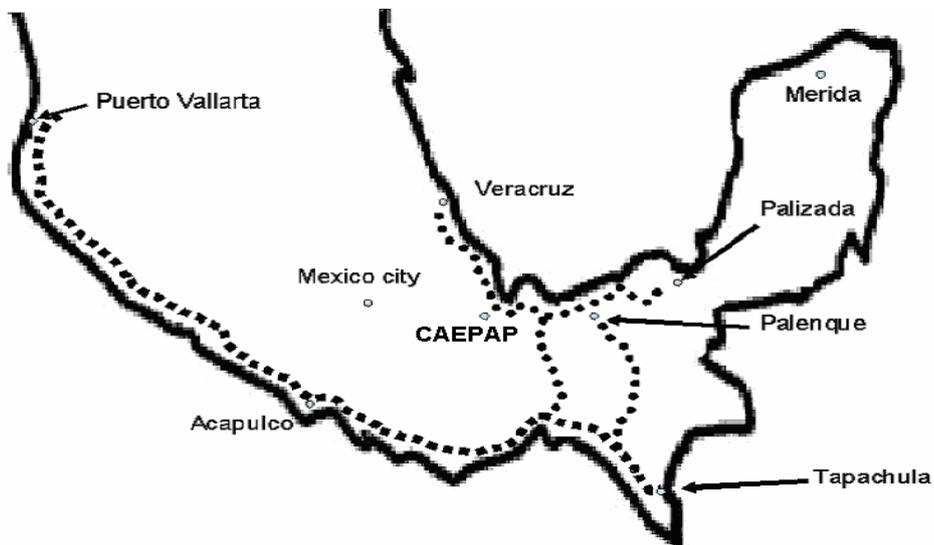
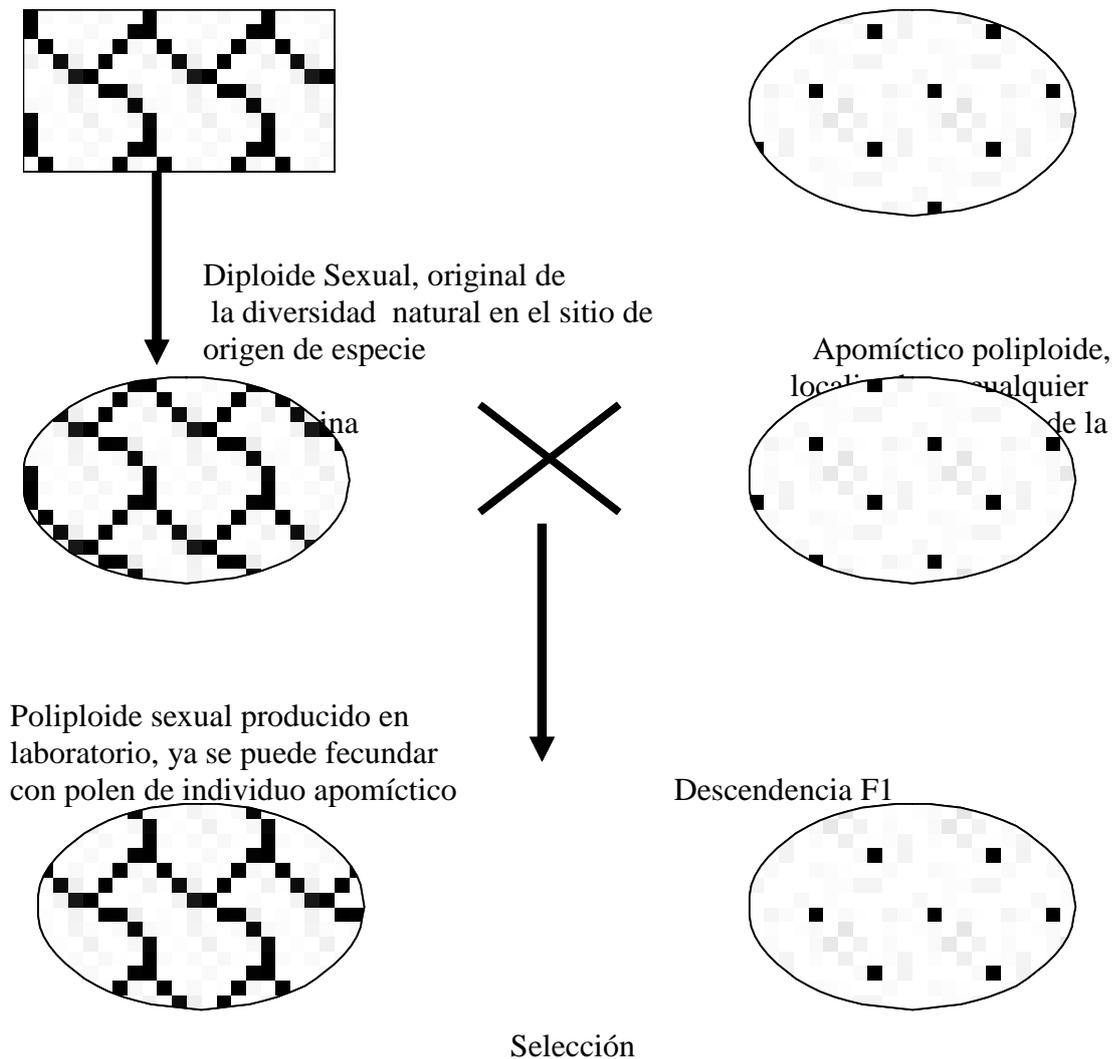


Fig. 2. Ruta de recolecta de recursos genéticos de *Hymenachne amplexicaulis* [(Rudge) Nees.] recolectados en México tropical.



Poliploide Sexual

Poliploide Apomictico

Fig. 3. Esquema de cruzamiento entre individuos sexuales y apomicticos propuesto por Bashaw y Funk, 1987 y modificado por Savidan (1991), el cual ha sido la base de producción de híbridos en diferentes especies. Ante la carencia de selección de progenitores, como ocurre en especies sexuales, las especies apomicticas expresan una amplia segregación, la cual puede ser sexual o apomictica y puede ser seleccionada inmediatamente si un individuo es destacado, dado que su genoma queda fijo por la apomixis.

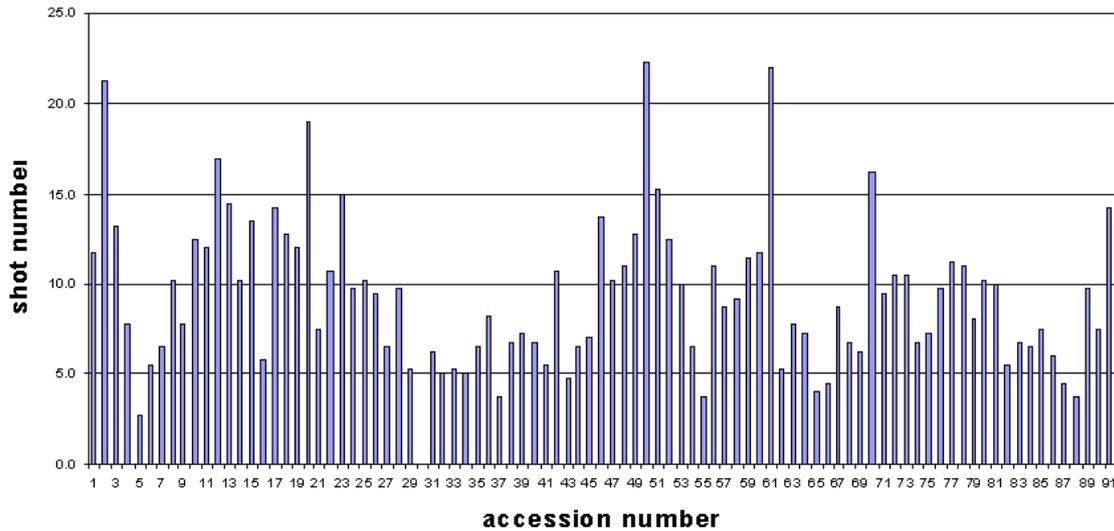


Fig. 4. Variabilidad morfológica para número de macollos en recursos genéticos de *Hymenachne amplexicaulis*, [(Rudge) Nees.], colectados en México tropical y evaluados *ex situ* en Isla, Veracruz. La variabilidad morfológica se correlaciona ampliamente con la variabilidad genética, cuando se evalúan los materiales bajo las mismas condiciones ambientales y durante periodos prolongados, para mayor robustez de la información.

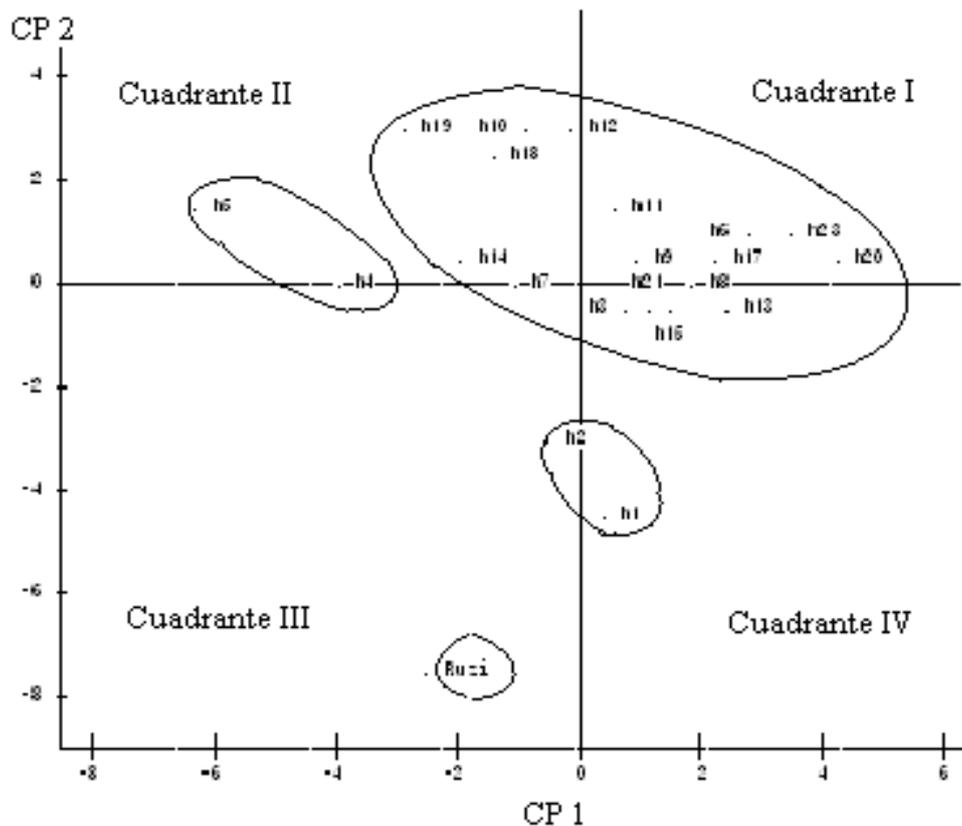


Fig. 4. Resultados de agrupación resultado del análisis de componentes principales de híbridos interspecíficos de *Brachiaria ruziziensis* y *B. brizantha*, producidos y evaluados en Veracruz. El análisis de los descriptores morfológicos separa claramente a *B. ruziziensis* (progenitor materno) del resto de los materiales, previamente seleccionados para morfología con potencial de alto rendimiento forrajero, lo que es uno de los indicadores de la generación de diversidad genética en estos materiales apomicticos. Cuando no se dispone de acceso a una

amplia base de recursos genéticos del centro de origen de especie este mecanismo de generación de diversidad es adecuado para explorar atributos y reducir la dependencia de variedades generadas en otras condiciones de producción. Este mismo mecanismo ha sido seguido en la producción de híbridos de pasto buffel, donde la diversidad se ha generado a partir de la planta sexual espontánea descubierta en el rancho de Patt Higgins en Texas.

Cuadro 6. Heterosis (%) en producción de forraje de híbridos interespecíficos de *Brachiaria ruziziensis* x *B. brizantha*, evaluados cada 28 días de rebrote en Isla, Veracruz.

HIBRIDO	Rendimiento / corte					Total VH (%)
	Nortes		Seca			
	15 de Ene. VH (%) ¶	12 de Feb. VH (%)	12 de Mar. VH (%)	9 de Abr. VH (%)	7 de May. VH (%)	
H1	44	18	41	43	-2	28
H2	-16	-14	-9	-54	-6	-18
H3	-14	-2	37	2	-8	1
H4	-24	12	47	79	16	20
H5	46	16	52	-41	29	24
H6	6	-6	18	6	-3	4
H7	-1	32	25	-43	9	7
H8	-19	-12	-4	-52	-42	-24
H9	14	11	8	37	12	15
H10	-31	5	31	-22	3	-4
H11	2	-3	-33	-29	-38	-18
H12	-1	44	0	-41	-9	3
H13	0	5	16	-17	-21	-3
H14	-25	-2	-10	-31	-12	-15
H15	0	-11	-31	-10	8	-8
H17	26	18	15	-2	22	17
H18	24	18	-22	2	0	6
H19	45	49	40	-33	36	32
H20	49	54	99	116	86	76
H21	34	41	33	13	30	32
H22	12	9	33	32	15	18
H23	43	41	42	45	53	44
media	10	15	20	0	8	11
EEM	11	11	17	15	15	10

¶ = Vigor híbrido



PASTIZALES Y FORRAJES



**ARBUSTIVA MORERA (*Morus alba*), NIVELES EN DIETAS CON PASTO
TAIWÁN (*Pennisetum purpureum*) SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE
OVINOS DE PELO**

**SHRUBBY MORERA (*Morus alba*), LEVELS IN DIETS
WITH TAIWAN GRASS (*Pennisetum purpureum*) ON THE GROWTH
PERFORMANCE OF HAIR SHEEP**

Jorge Aguirre^{1*}, David Pacheco¹, Pedro Lara², Alejandro Gómez¹, Lenin Loya¹, Sergio
Martínez¹, Ricardo Ulloa¹, Agapito Gómez¹, y José C. Ramírez¹

¹Universidad Autónoma de Nayarit, CA de Producción y Biotecnología Animal, UA-MVZ, México. ²Instituto Tecnológico Agropecuario de Conkal, Yucatán. Email*: jorgea@nayar.uan.mx

Resumen

Con objetivo de evaluar niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en la respuesta productiva de corderos, se determinó consumo voluntario y ganancia de peso, empleándose 20 ovinos de peso inicial (20.5±5.2 kg) en diseño completamente aleatorizado, 5 tratamientos (n=4), y niveles de morera fresca picada. El T₁, pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) *ad libitum* + 0.6 kg de concentrado; T₂, 75% de Taiwán y 25% de morera; T₃, 50% de Taiwán y 50% de morera; T₄, 25% de Taiwán y 75% de morera; y T₅, 100% de morera. Los animales del T₁ obtuvieron ganancia diaria de peso similar al T₂ con 113^b y 141^b g d⁻¹, ambos diferentes (P<0.05) en dietas con 50, 75 y 100% de morera con 176^a, 175^a y 194^a g d⁻¹, respectivamente. El consumo de MS se incrementó (P<0.05) al crecer la morera en la dieta. Se concluye que morera puede sustituir el alimento concentrado en dieta de corderos, incluida al 100% morera se obtiene el mayor consumo total de MS.

Palabras clave: arbustiva morera, pasto Taiwán, ganancia de peso.

Abstract

In order to assess inclusion levels of morera (*Morus alba*) on the growth performance of lambs was determined voluntary intake and weight gain, using 20 sheep of initial weight (20.5 ± 5.2 kg) in completely randomized design, 5 treatments (n = 4), and chopped fresh morera levels. The T₁, Taiwan grass (*Pennisetum purpureum*) *ad libitum* concentrate + 0.6 kg, T₂, 75% of Taiwan and 25% of morera, T₃, 50% of Taiwan and 50% of morera, T₄, 25% and 75% of Taiwan morera, and T₅, 100% morera. The animals of T₁ obtained daily weight gain similar to 113b and 141b T₂ g d⁻¹, two different (P <0.05) in diets with 50, 75 and 100% morera with the 176th, 175th and 194th g d⁻¹, respectively. DM intake increased (P <0.05) to grow the morera in the diet. It is concluded that morera can replace concentrate feed in the diet of sheep, including 100% morera produced the greatest total DM intake.

Key words: shrub morera, Taiwan grass, body weight

Introducción

La dieta base de ovinos en México es el pasto, pero en el trópico hay crecimiento rápido del forraje en periodo lluvioso, generando lignificación y que el valor nutritivo disminuya (García *et al.*, 2006), surge la necesidad de emplear arbustivas como suplemento proteico para aumentar la productividad animal, que por escasez y elevado precio del concentrado, hace prohibitivo su empleo y que biológicamente estos animales, logran uso eficiente de pastos y forrajes leñosos (López, 2005). Así, las arbustivas pueden optimizar la calidad de dieta de ovinos y satisfacer la demanda nutritiva, máxime en estiaje. Además de leguminosas está la morera (*Morus alba*), adaptada al trópico y con palatabilidad, calidad nutricional y comportamiento animal altos en rumiantes (Srivastava *et al.*, 2006). El objetivo fue evaluar niveles crecientes de morera sobre el consumo voluntario y ganancia de peso en dietas para ovinos de pelo.

Materiales y Métodos

Estudio realizado en el Instituto de Conkal, Yucatán, México, ubicado a 20°29'LN y 89°39'LO, altitud 9 m, clima Aw₀, precipitación y temperatura media anual de 850 mm y 26.5 °C (García, 1984). Se usaron 20 ovinos machos F₁ (Dorper x Pelibuey y Katahdin x Pelibuey) destetados a 3 meses, alojados en corraleta (1.5 x 1.0 m) con comedero y bebedero, desparasitados (albendazol), dosis de vitamina ADE en dietas y minerales/semana. El área de forrajes (0.25 y 0.5 ha de morera y taiwán), con riego (agua residual porcina, de 600 Kg N ha⁻¹ año⁻¹) /15 días, utilizando el rebrote a 70 y 28 días para morera y Taiwán, respectivamente. La adaptación al uso de dietas de 15 días y 70 días experimento; el forraje molido, partículas de 5 mm, pesaje de follaje ofrecido y rechazado, y muestras para laboratorio: PC por microkjeldahl, y FDN, FDA, MS, MO, Ca y P (AOAC, 1990). Los tratamientos: T₁, pasto Taiwán *ad libitum*, más 0.6 kg de concentrado; T₂, 75% de Taiwán y 25% de morera, T₃, 50% de Taiwán y 50% de morera; T₄, 25% de Taiwán y 75% de morera; y T₅, 100% de morera, todos para un consumo de MS del 6% del PV de los ovinos. Las variables: Consumo total (kg de MS/kg PV⁷⁵), consumo voluntario de Taiwán (kg de MS por kg PV⁷⁵), consumo real de Morera (kg de MS por kg PV⁷⁵), y ganancia diaria de peso (g d⁻¹); utilizándose diseño Completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, unidad experimental el ovino, en cada tratamiento dos machos F₁ (Katahdin x Pelibuey) y dos (Dorper x Pelibuey). Se efectuó análisis de varianza de los parámetros evaluados y comparación de medias con la prueba Tukey, mediante paquete estadístico SAS (2001).

Resultados y Discusión

Respecto a la composición química de los alimentos empleados (Concentrado y forrajes) se presentan en el cuadro 1, se aprecia que el contenido de PC de morera es superior al alimento concentrado y al Taiwán en 4 y 13%, respectivamente. En relación a la FDN, el Taiwán superó en más del doble (61.31%) al alimento concentrado (30.23%) y a morera (39.32%).

El contenido de PC de la morera (22.11%) supera a los obtenidos en la mayoría de las leguminosas, a diferencia que las fracciones fibrosas de morera son menores, comparadas con otros forrajes (García y Medina, 2006). Mata *et al.* (2006), usando cocoíte, tulipán y morera en corderos, encontraron PC de 20.64, 19.18 y 18.13%, respectivamente. La PC

obtenida se atribuye al abonamiento: (600 kg N ha⁻¹ año⁻¹) y edad de corte de 70 días; Ramos *et al.* (2000), reporta en morera de 90 días y abonado con agua porcina (450 kg de N ha⁻¹ año⁻¹) con proteína de 19%. En Taiwán, la proteína de 9.61% y MS (27.43%) fue superior a la de González *et al.* (2011), reportan valores de 8.7 y 23%, respectivamente en rebrote del pasto de 131.6 ± 36 cm de altura a 56 días; diferencia aplicable a riegos periódicos de agua porcina e intervalos de corte de 28 días al rebrote.

Referente al consumo voluntario de materia seca, en el cuadro 2 se observa un efecto de tratamientos sobre el consumo de MS/kg de PM (P<0.05), en correspondencia y a medida que se incrementó la morera en la ración, en resultado sustitutivo del taiwán por la morera. El nivel de ingestión de morera es inferior al consumo esperado en T₄ y T₅, se prevía de 4 y 6% del PV, y se alcanzaron niveles reales de 3.2 y 4.8%, respecto al PV.

Cuadro1. Composición química (%) en BS del concentrado, morera (*Morus alba*) y Taiwán (*Pennisetum purpureum*)

Componentes	Concentrado	Morera	Taiwán
PC	18.42	22.11	9.61
MS	89.00	33.51	27.43
MO	79.03	74.12	83.11
FDN	30.23	39.32	61.31
FDA	22.11	23.45	40.00
P	2.11	1.81	0.23
Ca	2.56	2.04	0.83

Cuadro 2. Consumo de materia seca por Kg de peso en tratamientos.

CV g MS Kg ^{0.75}	T ₁ 100:0	T ₂ 75:25	T ₃ 50:50	T ₄ 25:75	T ₅ 0:100
Morera	0.0	53.41	71.05	72.27	100.70
Taiwán	49.88	44.88	33.00	30.94	0.0
Concentrado	45.70	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	95.58 ^a	98.29 ^a	104.05 ^b	103.21 ^b	110.70 ^c

Valores con letra diferente en la columna son diferentes (p<0.05)

En T₂ y T₃ se predecían consumos del 2 y 3% PV, los reales fueron de 2.34 y 3.10%, respectivamente, se atribuye un medio punto porcentual ofertado, y superior del esperado. El T₄ mayor consumo (3.2 kg/cada 100 kg PV), respecto a T₂, e igual estadísticamente a T₃ (3.2 vs 3.1), y T₅ máximo consumo de 4.8 kg/cada 100 kg de PV. El contraste de los tratamientos (P<0.05) en el consumo de kg MS/PM se relaciona a la calidad nutritiva de morera, el doble de PC (22.11 vs 9.6%) y menor FDN (39.32 vs 61.3%), se traduce al nivel ruminal en mayor disponibilidad de N y energía para las bacterias, y una mayor ingestión de forraje por unidad de peso. El menor consumo del testigo (T₁) se atribuye a la elevada FDN, al alto valor de lignina del pasto se relaciona su consumo menor, ya que la lignina se

incrusta en tejidos celulares y aumenta la fracción indigerible (Van Soest, 1993), también un forraje lignificado posee resistencia a masticación y degradación microbiana de componentes, limita nutrientes para la proteína y energía de la población microbiana y el animal efectúa menor consumo voluntario. La mayor inclusión de morera en T₄ (4.5%), significó un descenso en el volumen total a consumir, derivándose satisfacción (quimiostática) de requerimientos, disminución del consumo de pasto y su efecto en la retención ruminal del bolo alimenticio por más fibra (González *et al.*, 2011). Al contener morera al 100% (T₅), se prevé dos cuestiones: suministro de alimento nutritivo, el ovino metabólicamente expresa satisfacción (solo ingiere 110.7 g/Kg PV^{0.75} d⁻¹); al incluir la planta con hoja y tallo se surten partes leñosas, donde el consumo posee una satisfacción física ruminal (Shimada, 1984). La ingestión en T₂ (2.34 kg/100/PV) es menor que la de (Prasad y Reddy, 1995) en cabras con Morera (2.70 kg/100/kgPV), la diferencia concierne a que solo emplearon hojas como suplemento, más digeribles que planta entera (91.34 vs 77.20), según Velázquez *et al.* (1992). Sin embargo el consumo es similar al de Minson (1990), de 51 y 52 g/kg PV^{0.75} d⁻¹ para leguminosas y pastos tropicales, respectivamente. En T₃ la ingestión fue superior a la de Mora (2010), suministrando 56% de morera un consumo de 31.3% de MS del total. Aunque morera tiene menor FDN comparada con otras arbóreas, es factible que mezclando morera con Taiwán al 50%, se elevó la FDN en dieta y haya disminuido en ligero la digestibilidad de nutrientes y consumo del forraje. El consumo de MS de morera en T₄ es menor al obtenido por Prasad y Reddy (1995), de 3.5 kg/cada 100 kg/PV; confirmado por Velázquez *et al.* (1992), la ingestión de morera del 3.44 del PV en ovinos. En T₅ el consumo es superior al de Jegou *et al.* (1994) y Maldonado (2000), ingestiones del 4.2% del PV en cabras lactantes y 90.63 g/kg/PV^{0.75} d⁻¹ en ovinos Pelibuey con morera, respectivamente; el valor es menor al de Hernández (2004), en corderos con morera hubo consumo de 167g, y superior al de Mora (2010) en leguminosas de 27.8 g/kg/PV^{0.75} d⁻¹ en *Cajanus cajan* y 80 g/kg/PV^{0.75} d⁻¹ en *Acacia cyanophila*. Con respecto a ganancia diaria de peso, en el cuadro 3 se muestra que hay diferencias (P<0.05) por el efecto de tratamientos, el mayor dato está en T₅ solo morera (193.7 g/d⁻¹), significa 60 g más/día, respecto a T₁ (Taiwán y concentrado). En T₂ una diferencia de 8 g, respecto a T₁, T₃ y T₄ sin diferencias (P<0.05), animales que consumen 3.1 y 3.2% del PV en BS de morera obtienen comportamiento similar, la diferencia de 2 g del punto porcentual del consumo de T₄ y T₃, y éstos con T₁ es la diferencia de 41 y 43 g, uno a otro.

Cuadro 3. Niveles crecientes de morera en el comportamiento productivo de ovinos de pelo.

CV g MS Kg ^{0.75}	T1 100:0	T2 75:25	T3 50:50	T4 25:75	T5 0:100
Morera	0.0	53.41	71.05	72.27	100.70
Taiwán	49.88	44.88	33.00	30.94	0.0
Concentrado	45.70	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	95.58 ^a	98.29 ^a	104.05 ^b	103.21 ^b	110.70 ^c

Valores con letra diferente en la columna son diferentes (p<0.05)

La mayor ganancia de peso en T₅ (solo morera, 193.7 g/d⁻¹), cifra superior a la de Maldonado *et al.* (2000) y Sierra *et al.* (2006), de 96.1, 83.3, 25.6 y 125 g/d⁻¹ en ovinos Pelibuey con morera, *Erythrina*, *Albizia*, e *Hibiscus rosa-sinensis*, respectivamente,

atribuyéndose a la genética de los animales empleados. La diferencia de 8 g en T₂ a T₁, manifiesta que morera puede suplir al concentrado y mejorar ganancia de peso. Hernández (2004), sustituyendo concentrado por morera y gliricidia en corderos lograron 86.5, 55.7 y 54.2 g/d⁻¹, con 2 kg de morera picada y 185g de concentrado, 1.5 kg de morera y 1.5 kg de gliricidia, o 380g de concentrado y pasto picado a libertad, respectivamente. Resultados en T₃ y T₄ son mayores al consumo de Mata *et al.* (2006), en harinas (suplemento de engorda a ovinos) de cocoíte, morera y tulipán, lograron pesos de 48.1, 63.2 y 71.1%, respectivamente. Igual a Reyes (2003), con niveles de *Gliricidia* (0, 25, 50 y 75%) obtuvo logros de 153, 150, 141 y 108 g/d⁻¹, respectivamente, y se atribuye la presencia de taninos, en morera no hay reporte de antinutricionales que limiten el consumo. Ruiz (2003), con heno de tulipán en corderos (0, 40, 60 y 80%) obtuvo peso de 40.85, 92.41, 125.89 y 113.62 g/d⁻¹, respectivamente, este autor menciona que el 100% de la arbustiva en la ración diaria puede provocar desbalance energético-proteico.

Conclusiones

1. El forraje de morera compuesto de hojas y tallos en desarrollo muestra mayor valor nutritivo que el pasto taiwán, por un mayor contenido de proteína y menos fibra detergente neutro.
2. A mayor cantidad de morera ofertada en la ración diaria en ovinos, se aumenta el consumo total del forraje.
3. El alimentar los ovinos únicamente con morera picada, se logra la mayor respuesta numérica de ganancia diaria de peso, aunque es útil proveer suficiente energía para obtener la mayor eficacia productiva.

Literatura Citada

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 12th Ed. Association of official analytical chemists. U.S.A., 1018p.
- García, D. y G. Medina, (2006). Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia tropical*. 24 (3):233-250.
- García, D., Y. Noda, M. Medina, G. Martín, y M. Soca, (2006). La morera: Alternativa viable para los sistemas de alimentación animal en trópico. *Av. en Inv. Agropecuaria*. 10(1):55-72.
- García, Enriqueta (1984). Modificaciones al sistema de Clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones de México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2^{da} Ed. 256 p.
- González, G. R., H. G. Torres, y G. J. Arece, 2011. Ganancia de peso en ovinos alimentados con Taiwán (*Pennisetum purpureum*) suplementados con fuentes de proteína. *Avances Invest. Agropec. Revista de investigación y difusión científica agropecuaria*. 15(3): 3-20.
- Hernández, S. D. 2004. Contribución a la fermentación ruminal de harina de cocoíte (*Gliricidia sepium*), morera (*Morus alba*), tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) en corderos en pastoreo. 3^{er} Sem. de Produc. Intens. de ovinos. Univ. J. Aut. de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, 33-41pp.
- Jegou, D., J. W. Jean. y G. Brunshwing, 1994. Consumo y digestibilidad de materia seca y nitrógeno de morera (*Morus sp.*) y Amapola (*Malvabiscus arboreus*) en cabras lactantes. En: *Arboles y Arbustos Forrajeros en América Central*. Vol. II. CATIE. C. Rica. 155-163.
- López, F. 2005. Suplementación con morera (*Morus alba*) de vacas holstein en lactancia en la meseta de Popayán. *Facultad de Ciencias Agropecuarias* 3(1):47-53.
- Maldonado, M., D. Grande, E. Aranda, y F. Pérez-Gil, 2000. Comportamiento del borrego Pelibuey alimentado con follaje de tres especies arbóreas tropicales. II Reunión nacional sobre sistemas agro y silvopastoriles. Villahermosa, Tabasco, México, 123p.
- Mata, E. M. A., S. D. Hernández, P. M. A. Cobos, C. M. E. Ortega, M. G. D. Mendoza, y G. J. L. Arcos. 2006. Comportamiento productivo y fermentación ruminal de corderos suplementados con harina de cocoíte (*Gliricidia sepium*), morera (*Morus alba*) y tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*). *Redalyc, Rev. Cient.*, Vol. XVI, No. 3, Univ. de Zulia, Venezuela, 249-256pp.

- Minson, D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Division of tropical crops and pastures. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization St. Lucia Queensland, Australia, 196p.
- Mora, V. D. 2010. Consumo de Morera (*Morus alba*) fresca mezclada con ensilaje de maíz por el ganado Jersey en crecimiento. *Agronomía mesoamericana*. 21(2): 337-341.
- Prasad, P.E., and G. V. N. Reddy. 1995. Effect of feeding mulberry (*Morus alba*) hay in the rations to pregnant ewes. *Indian Jour. of An. Nutrition*. 12(2): 109-111.
- Ramos, T. O., P. E Lara, L., J. L. Rivera, and J. R. Sanginés. 2002. Mulberry production with swine lagoon effluent. *Animal production and health paper No. 147*, FAO, Rome. 261-269pp.
- Ruiz, S. D. L. 2003. Evaluación nutritiva del heno de tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) en ovinos en crecimiento. Tesis de maestría en Ciencia Animal Tropical. ITA-2, Conkal, Yuc. 60p.
- SAS Institute. 2001. User's guide: statistics, version 8 editions. SAS Institute, Inc., Cary, N.C.
- Sierra, V. A., U. E. Aguilar, J. R. Sanginés, M. A. Magaña, y P. E Lara. 2006. Evaluación nutritiva y productiva de ovinos alimentados con heno de *Hibiscus rosa-sinensis*. *Zootecnia tropical*. Vol. 24, No. 4. 467-482pp.
- Shimada, A.S. 1984. Fundamentos de nutrición animal comparativa. 5^{da} Ed. Consultores en producción animal, S.C. México, D.F., 375 p.
- Srivastava, S., R. Kapoor, A. Thathola, and R. P. Srivastava. 2006. Nutritional quality of leaves of some genotypes of mulberry (*Morus alba* L.). *International Journal of Food Science and Nutrition* 57(5-6): 305-313pp.
- Van Soest, P. J. 1993. Evaluación de forrajes y calidad de los alimentos para rumiantes. XVI Symposium de ganadería tropical. SARH (INIFAP), 85-108pp.
- Velázquez, M., M. A. Gutiérrez, R. Arias, y C. Rodríguez. 1992. El forraje de Morera (*Morus sp.*) como suplemento en dietas a base de ensilado de sorgo (*Sorghum Bicolor x S. sudanese*) para novillos. Árboles y arbustos tropicales en América Central. Copilado y Editado por Jorge Evelio Benavides. Vol. 1 y 2. 377-392pp.

DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN COMUNIDADES GANADERAS DE BAJA CALIFORNIA SUR

FLORISTIC DIVERSITY IN PASTORALIST COMMUNITIES IN BAJA CALIFORNIA SUR

Raúl Avalos¹, José D. Osuna¹, Melesio Sánchez¹ y Mario A. Avalos

¹Campo Experimental Todos Santos – INIFAP

Resumen

El trabajo se realizó en las comunidades de Batequitos (B), Todos Santos (TS), Jesús María (JM) y Tiombó (T) del estado de Baja California Sur con el objetivo de obtener información de la diversidad florística y cantidad de especies existentes en el agostadero. Se trazaron 60 líneas de Canfield, 15 por cada comunidad y se midió número de individuos (N), valor de importancia (Vi), riqueza específica (S) y los índices de diversidad de Margalef. Las especies fueron agrupadas por forma de vida en árboles (A), arbustos (Ar), cactáceas (C), pastos (P) y herbáceas (H) para calcular la similitud entre sitios. Se observaron 61 especies diferentes, de las cuales solo seis se presentaron en todas las comunidades, destacando con mayor N y Vi por comunidad: en B, *Opuntia choya*, *Jatropha cinérea* y *Euphorbia misera*; en TS, *Cenchrus ciliaris*, *Ruelia peninsularis* y *Lippia palmeri*, *Ruelia* como la especie con mayor Vi; en JM, *Ruelia peninsularis*, *Vallesia glabra* y *Machaereocereus gummosus* y en T *Jatropha cuneata*, *Ruelia californica* y *Adelia virgata*. La S fue de 20, 40, 27 y 22 individuos y un índice de diversidad de 3.42, 6.61, 4.28 y 3.94 para B, TS, JM y T respectivamente. La distribución de la vegetación en las comunidades, por forma de vida, se presentó en 27.7, 43.8, 16.5, 6.3 y 5.4 % para A, Ar, C, P y H, respectivamente. Se concluye que la información generada puede ser utilizada como base en la toma de decisión de que especies son claves en el agostadero.

Palabras claves: agostadero, vegetación, valor de importancia, índices de riqueza, diversidad de especies.

Introducción

Los agostaderos de Baja California Sur se distinguen por poseer árboles y arbustos de gran diámetro y escasa producción de forraje (Zippin y Vanderwier, 1994), que en lo general se ven influenciados por la errática precipitación pluvial (Salinas *et al.*, 1990) y por soportan alrededor de 203,873 bovinos, 122, 289 caprinos y 31, 677 ovinos sobre una superficie de 4.73 millones de hectáreas (INEGI, 2009) y un índice de agostadero ponderado de 39 ha/UA (COTECOCA, 1975) con pastoreo continuo todo el año. Estos datos indican una clara sobre-explotación de los recursos florísticos del agostadero, sin embargo existe poca información al respecto. Uno de los puntos importantes que demanda una mayor atención lo constituye el aspecto nutricional, en particular a través del manejo de la biodiversidad vegetal, usando insumos locales que se producen en armonía con el medio ambiente. En este sentido, la diversidad de especies leñosas constituye una fuente importante de nutrimentos para los animales, además de ser parte fundamental del ecosistema agostadero donde desempeñan otras funciones valiosas (Ramírez *et al.*, 2007). Por ello es fundamental conocer la riqueza biológica del agostadero (Lepetz *et al.*, 2009), los levantamientos florísticos que permitan actualizar el listado de las especies en la región (Giorgis *et al.*, 2011) y los índices de preferencia y similitud de las especies animales que

pastorean libremente en el agostadero. Estos indicadores ayudan a interpretar la influencia que ha tenido el ambiente, incluido el manejo, a partir del estatus existente (Machado *et al.*, 2010) y son una herramienta en el desarrollo de estrategias de conservación y mejora de la condición del agostadero. Por ello el objetivo del presente trabajo fue determinar la diversidad florística y cantidad de las especies existentes en cuatro comunidades ganaderas de B.C.S.

Materiales y Métodos

El área de estudio comprendió las comunidades de Todos Santos (TS) (23°25'02" N 110°09'06.68" O), en el municipio de La Paz; Batequitos (B) (25°08'32.63" N 111°21'25.45" O), Jesús María (JM) (25°19'52.51" N 111°25'41.56" O), en la zona serrana del municipio de Comondú y Tiombó (T) (25°54'44.5" N 111°25'43.30" O) en la zona serrana del municipio de Loreto, Baja California Sur. En general los climas que prevalecen en la región son considerados como muy secos y cálidos (INEGI 2003). La temperatura media anual tiene rangos desde 16 hasta 24°C con máximas absolutas de 34 a 50°C en sus diferentes áreas. La precipitación promedio anual es de 180 mm (Flores, 1998). La cuantificación de las especies presentes en cada comunidad se determinó mediante 60 líneas de Canfield (15 por cada comunidad) permanentes de 30 m de largo, distribuidos al azar dentro de un área con un radio de 1 km. La información recabada fue utilizada para medir número de individuos (N), valor de importancia (Vi), riqueza específica (S) y los índices de diversidad de Margalef (Moreno, 2001).

El Vi se determinó utilizando la ecuación (Sorensen, 1948):

$$Vi = (Fr + Dr + Dor) / 3$$

Donde:

Fr: Frecuencia relativa

Dr: Densidad relativa

Dor: Dominancia relativa

La S se obtuvo con el número total de especies de la comunidad y el índice de diversidad de Margalef con la fórmula:

$$DMg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

S= número de especies

N= número total de individuos

Adicionalmente, las especies fueron agrupadas por forma de vida en árboles (A), arbustos (Ar), cactáceas (C), pastos (P) y herbáceas (H) para calcular la similitud entre sitios utilizando el índice de Bray-Curtis modificado por Rosemburg (Mc Innis *et al.*, 1990). Los datos fueron procesados a través del programa PAST ver 1.76 (Hammer *et al.*, 2007).

Resultados y Discusión

Se observaron 61 especies (Cuadro 1) de las cuales seis se encontraron presentes en todas las comunidades evaluadas (*Machaerocereus gummosus*, *Opuntia choya*, *Jatropha cinérea*, *Fouquieria diguetii*, *Jatropha cuneata* y *Bursera microphylla*). Las especies con mayor N y Vi por comunidad fueron: en B la *Opuntia choya*, *Jatropha cinérea* y *Euphorbia misera*; en TS *Cenchrus ciliaris*, *Ruelia peninsularis* y *Lippia palmeri*, *Ruelia* como la especie con mayor Vi; en JM *Ruelia peninsularis*, *Vallesia glabra* y *Machaerocereus gummosus* y en T *Jatropha cuneata*, *Ruelia californica* y *Adelia virgata*. *Ruelia sp* fue la especie que se encontró en tres de las cuatro

comunidades evaluadas como especie importante. Todas las especies en el agostadero cumplen una función importante en el ecosistema; en BCS los agostaderos soportan una carga de alrededor de 203,873 bovinos, 122, 289 caprinos y 31, 677 ovinos sobre una superficie de 4.73 millones de hectáreas (INEGI, 2009) haciendo uso de estos recursos florísticos para su alimentación. Chávez y Avalos (2006) observaron que los bovinos criollos de este estado seleccionaban en su dieta a *Cenchrus ciliaris*, *Turnera difusa*, *Opuntia choya*, *Melochia tomentosa*, *Antigonon leptopus* e *Indigofera nelsonii* y que el contenido de éstas en la dieta varía según la estación del año, llegando a ser importante en la estación crítica la *Opuntia choya* y la *Turnera difusa*, esta última con un índice de preferencia mayor aun que los pastos y las hierbas, desafortunadamente, como se muestra en este trabajo, solo se encontró presente en la comunidad de TS con un Vi y N bajo, lo que explica su alto porcentaje de preferencia en la dieta. Adicionalmente tiene uso domestico ya que se le atribuyen propiedades curativas y afrodisiacas además de utilizarse para producir bebidas alcohólicas. Es sabido que el bovino es una especie pastoreadora, que prefiere las gramíneas sobre cualquier especie vegetal (McInnis y Vabra, 1987), en este trabajo solo la comunidad de TS presentó presencia de pastos. Se ha observado que la dieta seleccionada por los caprinos en los agostaderos de Comondú está constituida principalmente por especies de árboles y arbustivas como *Prosopis sp*, *Olneya tesota*, *Cercidium sp*, *Acacia sp*, *Ruellia sp* y *Opuntia choya* (Chávez *et al.*, 2006) y en el municipio de La Paz, especies arbustivas como *Ambrosia sp*, leguminosas como *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp.* y *Haematoxylon brasileto* y herbáceas como *Antigonon leptopus* (Avalos, 2004). Pudiera pensarse que las especies animales basan su alimentación en función a las especies preferidas, ya que se puede observar que las especies que utilizan estos, a excepción de *Opuntia choya*, no son las que se encuentran necesariamente en mayor proporción en el agostadero.

Cuadro 1. Número de individuos (N) y valor de importancia (Vi) de especies observadas en las comunidades ganaderas de Batequitos, Todos Santos, Jesús María y Tiombó, B.C.S.

Especies	Batequitos		Todos Santos		Jesús María		Tiombó	
	N	Vi	N	Vi	N	Vi	N	Vi
<i>Prosopis sp.</i>	20	19.9	-	-	10	12.5	13	10.2
<i>Acacia brandegeana</i>	-	-	-	-	-	-	10	12.2
<i>Machaerocereus gummosus</i>	4	3.3	8	8.8	45	23.7	15	13.8
<i>Ruellia californica.</i>	-	-	-	-	-	-	31	21.7
<i>Adelia virgata</i>	-	-	2	5.4	-	-	16	10.1
<i>Pachycereus pringley</i>	-	-	2	2.7	1	2.2	4	4.9
<i>Lophocereus schottii</i>	8	3.9	-	-	3	4.9	5	6.3
<i>Mimosa purpurascens</i>	-	-	-	-	14	4.1	7	5.8
<i>Ficus palmeri</i>	-	-	-	-	-	-	1	2.0
<i>Pithecellobium mexicanum</i>	-	-	-	-	-	-	9	7.5
<i>Sapium biloculare</i>	-	-	-	-	-	-	4	4.3
<i>Acacia greggii</i>	4	3.8	-	-	3	7.2	3	5.4
<i>Karwinskia humboltiana</i>	-	-	1	2.6	-	-	1	1.8
<i>Bumelia occidentalis</i>	-	-	-	-	-	-	1	1.7
<i>Argemone sp.</i>	-	-	-	-	-	-	3	3.5
<i>Antigonon leptopus</i>	-	-	3	2.9	-	-	1	1.5
<i>Opuntia choya</i>	66	33.1	8	16.5	22	23.9	11	13.6
<i>Euphorbia leucophylla</i>	-	-	-	-	13	6.3	2	3.2
<i>Jatropha cinérea</i>	45	28.3	23	24.9	20	29.1	7	8.1
<i>Fouquieria diguetii</i>	3	4.9	7	11.4	3	11.5	14	13.7
<i>Jatropha cuneata</i>	10	6.4	3	5.7	2	18.1	42	25.1
<i>Bursera microphylla</i>	2	3.2	19	23.1	2	4.4	5	7.4
<i>Cercidium microphyllum</i>	-	-	-	-	61	9.5	-	-

2da Reunión Internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal - 2012
Mesa de Trabajo: Pastizales y Forrajes

<i>Cercidium sonora</i>	1	1.6	-	-	28	6.8	-	-
<i>Lycium sp.</i>	13	11.2	-	-	14	12.9	-	-
<i>Pithecellobium confine</i>	8	8.3	-	-	5	13.9	-	-
<i>Larrea tridentata</i>	14	11.2	-	-	4	11.7	-	-
<i>Opuntia molesta</i>	-	-	1	2.6	3	4.8	-	-
<i>Euphorbia misera</i>	28	18.5	9	14.3	2	11.6	-	-
<i>Melochia tomentosa</i>	-	-	1	2.7	1	2.2	-	-
<i>Ruellia peninsularis</i>	14	8.6	65	28.1	59	14.9	-	-
<i>Merremia aurea</i>	-	-	12	15.4	18	6.5	-	-
<i>Vallesia glabra</i>	3	3.48	-	-	45	12.6	-	-
<i>Acacia farnesiana</i>	-	-	-	-	13	4.1	-	-
<i>Forchammeria watsonii</i>	-	-	-	-	28	6.8	-	-
<i>Cenchrus ciliaris</i>	-	-	79	20.5	-	-	-	-
<i>Simmondsia chinensis</i>	-	-	6	8.2	-	-	-	-
<i>Caesalpinia panosa</i>	3	3.5	5	10.1	-	-	-	-
<i>Bebia juncea</i>	-	-	15	19.3	-	-	-	-
<i>Indigofera nelsonii</i>	-	-	11	11.1	-	-	-	-
<i>Gossypium davidsonii</i>	-	-	2	4.6	-	-	-	-
<i>Lippia palmeri</i>	3	2.1	25	24.3	1	4.4	-	-
<i>Eriodictyon lanatum</i>	-	-	2	5.4	-	-	-	-
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	-	-	4	8.7	-	-	-	-
<i>Ipomoea pescaprae</i>	-	-	16	15.7	-	-	-	-
<i>Turnera difusa</i>	-	-	2	5.4	-	-	-	-
<i>Bursera hindsiana</i>	-	-	2	5.5	-	-	-	-
<i>Porophyllum gracile</i>	-	-	1	2.6	-	-	-	-
<i>Cenchrus echinatus</i>	-	-	1	2.6	-	-	-	-
<i>Pedilanthus macrocarpus</i>	-	-	2	5.4	-	-	-	-
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	-	-	1	2.6	-	-	-	-
<i>Colubrina glabra</i>	-	-	2	2.9	-	-	-	-
<i>Cercidium floridum</i>	2	3.5	9	10.5	-	-	-	-
<i>Lemnecereus thurberi</i>	-	-	1	2.6	-	-	-	-
<i>Viguiera deltoidea</i>	-	-	9	14.3	-	-	-	-
<i>Matelea cordifolia</i>	-	-	1	2.6	-	-	-	-
<i>Koeberlinia spinosa</i>	-	-	1	2.7	-	-	-	-
<i>Buorreria sonora</i>	-	-	3	5.5	-	-	-	-
<i>Solanum hindsianum</i>	5	6.5	-	-	10	3.6	-	-
<i>Erythrina flabelliformis</i>	-	-	1	2.8	-	-	-	-
<i>Bursera odorata</i>	-	-	1	2.8	-	-	-	-
Total de individuos	256		366		430		205	

- Indica que la especie no se encontró en el área de estudio.

En lo que respecta a la forma de vida (Cuadro 2) se pudo observar que los agostadero de las cuatro comunidades evaluadas está conformada principalmente por individuos de Ar (43.8%), a excepción de JM que está conformado en su mayoría por especies de A. Los A representan el 27.7%, las C 16.5 %, los P 6.3% y las H solo el 5.4% como promedio del total de individuos presentes en las cuatro comunidades, se observó que los P y las H solo contribuyen un porcentaje bajo en el agostadero y por ende con menor posibilidades de que el ganado lo seleccione o pueda hacer uso de ellos. Para el estado se ha observado que los bovinos seleccionan en su dieta 61, 19,7, 5 y 2% de P, Ar, C, H y A, respectivamente y que éste varía según la estación del año (López, 2011) a diferencia de los caprinos, los cuales se conforma principalmente por A y Ar en un 72.2% de la dieta y por un 23.7 y 2.8% de H y P, respectivamente (Avalos, 2004). Del total de las especies observadas, los bovinos solo hacían uso del 36% de ellas (López, 2011). La forma de vida de cada una de las especies está relacionada con los requerimientos de hábitats de las

mismas (Díaz y Cabido, 2001), por lo que se considera que constituye una base de información para futuros trabajos de investigación.

Cuadro 2. Número de individuos (N) por forma de vida, riqueza específica e índice de diversidad.

Comunidad	N					Riqueza específica (S)	Índice de diversidad (Margalef)
	Arboles	Arbustos	Cactáceas	Pastos	Hierbas		
Batequitos	43	135	78	-	-	20	3.42
Todos Santos	51	179	21	80	35	40	6.61
Jesús María	192	133	74	-	31	27	4.28
Tiombó	63	104	35	-	3	22	3.94
Total	349	557	208	80	69		

- Indica que la especie no se encontró en el área de estudio

La S y el índice de diversidad de Margalef para las comunidades fueron mayores para TS (Cuadro 2) y la menor para B. Con una estimación de riqueza de Chao 2 de 87.4 ± 1.93 . Los índices de distancia entre comunidades se observan en la Figura 1. Se formaron tres grupos entre los rangos de 65 y 73 % de similitud. Cada grupo contiene las especies por forma de vida. TS tiene el mayor grado de diferencia entre grupos, debido principalmente a que presentan una mayor riqueza y diversidad de especies. Las comunidades con mayor similitud fue B y T con 80%, es de pensarse principalmente por la nula presencia de pastos y hierbas, principalmente en B y la poca riqueza y diversidad de especies. La comunidad de JM se separa poco por el hecho que presentar un mayor número de individuos de A, aunque no se separa en más de 7 % con respecto a los demás grupos.

Conclusiones

El trabajo da una visión de la composición de la flora de las comunidades evaluadas y puede ser utilizada como herramienta en la toma de decisiones para el cuidado del agostadero y definir que especies pueden ser consideradas en los programas de conservación o reforestación.

Las comunidades evaluadas están formadas en un mayor porcentaje por especies arbustivas y en menor grado por los pastos y las hierbas; esta información puede ser utilizada para definir la especie animal con mayor potencial para cierta área en particular, dependiendo de sus hábitos alimenticios.

La información generada puede servir como base para futuros trabajos de investigación en las tendencias y comportamiento de la vegetación del agostadero de continuar las cargas animales actuales.

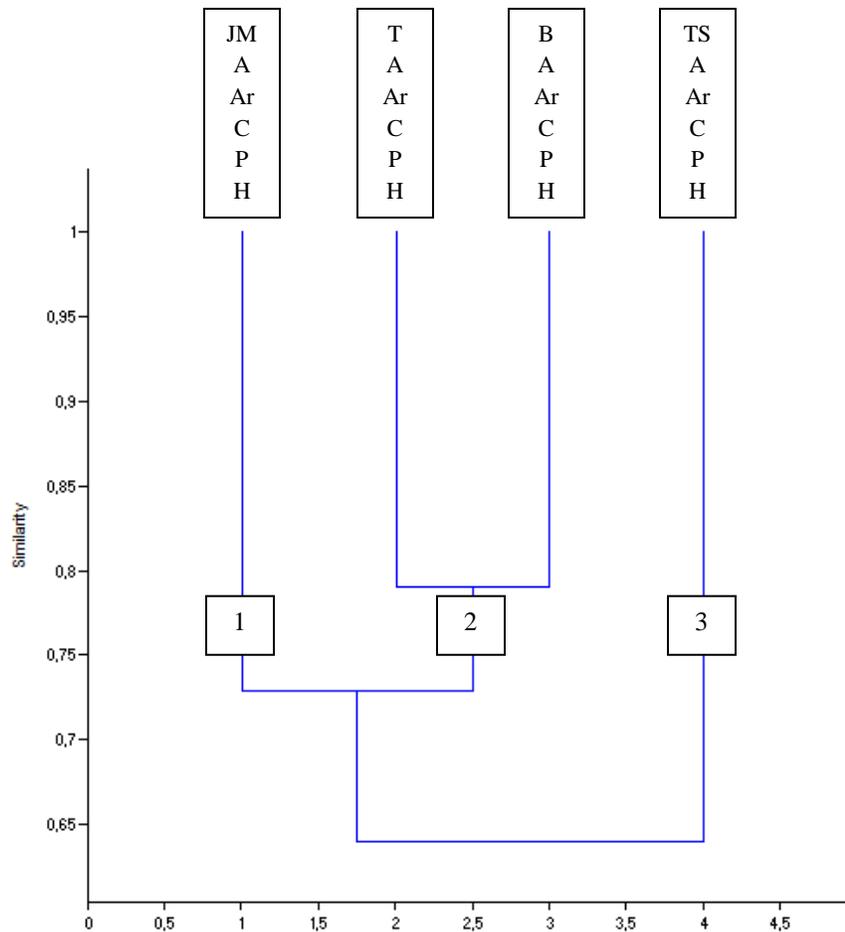


Figura 1.- Índice de similitud de la vegetación por forma de vida entre comunidades.

Literatura Citada

- Avalos C.R. 2004. Composición botánica y valor nutritivo de la dieta de cabras en pastoreo en el valle de la Matanza, Baja California Sur. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S.
- Chávez, R.M.G y C.R. Avalos. 2006. Diet selection of bovine in arbocrasicaulescente shrubland associate with buffelgras (*Cenchrus ciliaris*) in northwest of Mexico. XXIV World Buiatrics congress. Nice- France.
- Chávez, R.M.G y C.R. Avalos y C.J.A. Meza.2006. Composición de la dieta seleccionada por caprinos en un matorral sarcocaulcescente de Baja California Sur. III simposium Internacional de Pastizales. Chihuahua, chih. Pp 46.
- COTECOCA. 1975. Estado de Baja California Sur. S.A.G. México.
- Díaz, S. and M. Cabido. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends Ecol. Evol.* 11: 646-655.
- Flores, E. 1998. Geosudcalifornia. Geografía, agua y ciclones. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

2da Reunión Internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal - 2012
Mesa de Trabajo: Pastizales y Forrajes

- Giorgis M.A, A. M. Cingolani, F. Chiarini, J. Chiapella, G. Barboza, L. Ariza, R. Morero, D.E. Gurvich, P.A. Tecco, R. Subils y M. Cabido. 201. Composición florística del Bosque Chaqueño Serrano de la provincia de Córdoba, Argentina. *Kurtziana*. 36 (1): 9-43.
- Hammer, O., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2007. PAST - PAleontological STatistics, ver. 1.76
- INEGI. 2003. Instituto nacional de estadística, geografía e informática. Mapa de climas. Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx/territorio/espanol/estados/bcs/clim.html>. acceso julio de 2012.
- INEGI. 2009. Censo agropecuario 2007. VII censo Agrícola, ganadero y forestal. La Paz, BCS.
- Lepetz, V., M. Massot, D. S. Schmeller & J. Clobert. 2009. Biodiversity monitoring: some proposals to adequately study species responses to climate change. *Biodivers. Conserv.* 12: 3185-3203.
- López, N.Y.E. 2011. Composición botánica y valor nutritivo de la dieta de bovinos criollos pastando en un matorral arbocrasicaulescente asociado con praderas de buffel. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S
- Machado R., T. Miranda y J.L. alvarez. 2010. Diversidad de la flora en fincas ganaderas de la provincia de matanzas. *Pastos y Forrajes*, vol. 33, No 2.
- McInnis M.L., L. Larson and M. Vabra. 1990. Classifying herbivore diets using hierarchical cluster analysis. *J. Range Manage.* 43(3):271- 274.
- McInnis M.L. and M. Vabra. 1987. Dietary relationships among feral horses, cattle and pronghorn in southeastern Oregon. *J. Range Manage.* 40(1):60 - 66.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T- manuales y tesis SEA, vol 1. Zaragoza, p 84.
- Ramírez, A; J.C. Ku Vera y J.A. Alayon. 2007. Follaje de árboles y arbustos en los sistemas de producción bovina de doble propósito. *Archivos latinoamericanos de producción animal*, vol 15, no51. 251-264 p.
- Salinas, C.A; Leyva, C; Lluch, D y Díaz, R.1990. Distribución geográfica y variabilidad climática de los regímenes pluviométricos en Baja California Sur, México. *Atmosfera.* 3:217-237.
- Sorensen. T. 1948. A method or establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity in species. *Conten. Kgl. Danske Vidensk. Selsk.* 5:1 – 34.
- Zipin DB, Vanderwier JM. 1994. Scrub community descriptions of Baja California Peninsula, Mexico. *Madroño* 41.

ECOFISIOLOGIA DE LA GERMINACION DEL ZACATE ROSADO (*Melinis repens*)

GERMINATION ECOPHYSIOLOGY OF NATAL GRASS (*Melinis repens*)

Martha I. Balandrán¹, Alicia Melgoza¹, Juan Á. Ortega¹, D. Ojeda² y C. Pinedo¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. ²Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, UACH.

Resumen

El zacate rosado *Melinis repens* es una especie originaria de África que ha invadido diversos ecosistemas de México. Con el fin de modelar la dinámica de la invasión del zacate rosado en Chihuahua, los objetivos de este trabajo fueron: determinar el efecto de niveles de carbonatos y arena en suelo en la emergencia de esta especie y evaluar el efecto de bajas temperaturas sobre la germinación. Se utilizó germoplasma de seis y dos años de recolectado y almacenado bajo condiciones de laboratorio. Para la evaluación de emergencia en suelo, se utilizó suelo natural donde esta especie está presente y con base en peso se le agregó 20, 40, 60, 80 y 100 % más de arena. En las mismas proporciones se le agregó carbonatos. Las combinaciones se colocaron en macetas a las cuales se les agregaron 30 semillas y se mantuvieron húmedas bajo condiciones de invernadero. Para evaluar el efecto de bajas temperaturas, la semilla se colocó a una temperatura de -9 C por 20, 40, 60 y 80 horas. Las semillas se colocaron en macetas, 30 por maceta y mantuvieron a humedad constante. En ninguna de las pruebas hubo diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$). Esto significa que la semilla puede germinar y emerger en suelos arenosos y calichosos. También, condiciones extremas de bajas temperaturas invernales no reducen su germinación.

Palabras claves: *Melinis repens*, germinación, suelos arenosos, suelos calichosos

Introducción

El zacate rosado *Melinis repens* (Willd.) Zizka es una gramínea del tipo C4 que a veces puede presentarse de forma anual en climas muy cálidos, así como también en áreas donde no se alcanzan temperaturas de congelación en invierno. La distribución original de esta especie se encuentra en el Sur y al Este de África en donde prevalecen las condiciones de clima cálido, condiciones de sequía estacional y fuerte presión de sobrepastoreo causado por animales que emigran durante determinadas épocas del año. Entre sus características que la hacen una especie invasora están: alta producción de semillas, adaptación a diferentes ambientes y tolerancia a la sequía (Carrillo *et al.*, 2009; Díaz *et al.*, 2011; Stokes *et al.*, 2011). Las especies invasoras pueden ocasionar disturbios en los ecosistemas invadidos entre las causas están la pérdida de la diversidad, cambios en su funcionalidad hídrica y procesos biogeoquímicos (Williams y Baruch, 2000; Fink y Willson, 2011). El zacate rosado es invasora en las zonas templadas, áridas, selva baja caducifolia, zonas de cultivos y áreas naturales protegidas, también se encuentra presente a lo largo de las carreteras, áreas perturbadas y suelos contaminados por metales. Es un componente común en los paisajes vegetales, y potencialmente, podría plantear problemas ecológicos similares al zacate buffel (Stevens y Fehmi, 2009; Díaz *et al.*, 2011; David y Menges, 2011). Actualmente este zacate se ha convertido en una maleza problemática en muchas regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo, incluyendo Florida, México, el Caribe, América

Central, Brasil y muchas islas del Pacífico. Durante 5 años este pasto se extendió a lo largo de la carretera y en las áreas naturales de pino (*Pinus* spp) y encino (*Quercus* spp.), además de algunas zonas del norte de México y la meseta de la ciudad de México (Steven y Fehim, 2009). Por otro lado, en febrero del 2011 se registró una temperatura bajo cero durante 3 días y sus noches. Con base en observaciones de campo, este fenómeno climatológico causó mortalidad en plantas adultas de zacate rosado. Cuando se colectaron muestras para cuantificar efectos del banco de semillas del zacate rosado, no se obtuvo emergencia de esta especie. Por lo que el objetivo de este trabajo es determinar el rango de tipos de suelo donde puede prosperar y el efecto de bajas temperaturas en su germinación.

Materiales y Métodos

El experimento se desarrolló en el invernadero de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua en el mes de mayo de 2012. La semilla fue recolectada en el 2006 y 2010 en un área de pastizal, en el municipio de Satevó y almacenada bajo condiciones de laboratorio. De acuerdo con COTECOCA (1978), la geología del área data del Cenozoico Medio volcánico, la topografía dominante son lomeríos bajos con pendientes de 0 a 8 % y la altitud va de 1500 a 1700 m. El origen del suelo es un aluvial profundo, color pardo rojizo y textura franco arenosa. El clima es seco templado, BSoh, temperatura media anual de 16.5 a 18 C, precipitación de 350 a 500 mm anuales, época seca de 7 a 8 meses y período libre de heladas de 220 días. El trabajo comprendió la evaluación de la emergencia del zacate rosado en suelo de textura arenosa migajosa con pH medianamente alcalino, con una proporción media de materia orgánica, con deficiente contenido de fósforo y alta presencia de carbonatos.

Con base al peso seco del suelo, se elaboraron los tratamientos con proporciones de suelo natural:arena de 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 y 0:100. Las mismas proporciones fueron elaboradas para evaluar carbonatos; para esta prueba se utilizó la semilla recolectada en el 2010. Se utilizaron 5 macetas con 30 semillas para cada tratamiento; mantenidas a humedad constante. Diariamente se revisaron, se hicieron los conteos y se eliminaron las plántulas para facilitar futuros conteos. Para evaluar el efecto de bajas temperaturas sobre la germinación, se colocó la semilla a -9°C durante 20, 40, 60 y 80 horas. Posteriormente, las semillas fueron sembradas en macetas y colocadas bajo condiciones de invernadero. El diseño experimental en ambos casos fue un completamente al azar. A los datos se les aplicó un análisis ANOVA; la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

El porcentaje de germinación en las semillas sembradas en suelo con diferentes concentraciones de arena se muestran en el Cuadro 1; no obtuvo diferencias significativas en los tratamientos ($P>0.05$). Esto indica que la presencia de arena en suelo no es un limitante para la germinación de la semilla y emergencia de plántulas del zacate rosado. En otras especies de origen africano muestran comportamientos similares (Esqueda *et al.*, 2005). *Eragrostis lehmannian* y *E. curvula* emergieron en suelos arenosos y franco arenosos y no en arcillosos o francos arcillosos.

El Cuadro 2 muestra los valores obtenidos en la emergencia del zacate rosado con diferentes concentraciones de calcio; no se obtuvo diferencias significativas ($P>0.05$). Esto indica que esta planta puede germinar en suelos calcáreos. Las menores porcentajes de emergencia para esta prueba, incluso en el testigo pueden ser efecto de los diferentes años de la recolecta de la semilla.

Debido al tipo de suelo presente en las zonas áridas y semiáridas del norte de México en donde se presentan condiciones de suelo arenoso y con alta concentración de carbonatos, se puede predecir que el pasto *Melinis repens* puede ver favorecida su dispersión.

Cuadro 1. Porcentaje de germinación de semillas de *Melinis repens* bajo condiciones de diferente concentración de arena en suelo

Tratamiento % de Arena	Germinación (%)
Suelo natural	64.17 ± 13.16
20	64.17 ± 18.33
40	45.00 ± 28.99
60	53.34 ± 29.31
80	34.17 ± 11.35
100	56.67 ± 28.67

Cuadro 2. Porcentaje de germinación de semillas de *Melinis repens* con diferente concentración de carbonatos en suelo

Tratamiento % de Carbonatos	Germinación (%)
Suelo natural	13.00 ± 2.58
20	13.25 ± 3.86
40	13.75 ± 4.42
60	13.25 ± 2.63
80	12.50 ± 5.74
100	10.00 ± 5.83

El tiempo de exposición de la semilla a temperatura fría no tuvo efecto en la germinación ($P>0.05$). El Cuadro 3 muestra los valores obtenidos en esta prueba. La temperatura utilizada en este estudio no fue lo suficientemente baja para representar el fenómeno ocurrido en febrero del 2011 que si afecto a las plantas en campo. Aun así, se esperaba que la temperatura utilizada en este estudio fuera suficiente para ver si existía efecto sobre la semilla.

	Tratamiento (horas)	Porcentaje de Germinación
Cuadro 3.	Porcentaje de emergencia de plántulas de <i>Melinis repens</i> expuestas a diferentes tiempos a -9°C	
	20	26.67 \pm 5.44
	40	40.83 \pm 15.00
	60	19.17 \pm 8.33
	80	29.17 \pm 8.76

El zacate rosado continuará su dispersión en suelos calcáreos y arenosos. Si bien la temperatura utilizada en esta prueba no fue lo suficientemente baja para simular el fenómeno del mes de Febrero de 2011, es importante notar que el germoplasma del zacate rosado muy probablemente se está aclimatando a más bajas temperaturas comparado con su lugar de origen. Esto le da ventajas para poder diseminarse en áreas montañosas del estado de Chihuahua.

Conclusión

El zacate rosado es una especie invasora con un potencial de extenderse a diferentes tipos de suelo arenosos y con presencia alta de carbonatos sin presentar problemas de adaptación al suelo. Por otra parte, independientemente del origen del pasto en zonas cálidas en África, indudablemente, el germoplasma de esta especie ha tenido suficiente tiempo para adaptarse a lugares fríos resistiendo temperaturas inferiores a los -9°C lo cual no logra inhibir su propagación.

Literatura Citada

- Carrillo, S. S., T. Arredondo, E. Huber-Sannwald y J. Flores. 2009. Comparación en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas entre gramíneas nativas y exóticas del pastizal semiárido. *Técnica Pecuaria en México* 47:299-312.
- COTECOCA. 1978. Chihuahua Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México D. F. 152p.
- David, A. S., E. Menges. 2011. Microhabitat preference constrains invasive spread of non-native natal grass (*Melinis repens*). *Biological Invasions* 13:2309–2322.
- Díaz, R. A., E. Flores. A. De Luna, J.J. Luna. J. T. Frías y V. Olalde. 2012. Biomasa aérea, cantidad y calidad de semilla de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, en Aguascalientes, México. *Melinis repens*. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 3:33-47.
- Esqueda, C. M., A. Melgoza, M. Sosa, R. Carrillo y J. Jimenez. 2005. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferentes secuencias de humedad / sequía en tres tipos de suelo. *Técnica Pecuaria en México* 43:101-115.
- Fink, K. and S. D. Willson. 2011. *Bromus inermis* invasion of native grassland: diversity and resource reduction. *Botany* 89: 157–164.
- Stevens, J. M. and J. S. Fehmi. 2009. Competitive effect of two nonnative grasses on a native grass in Southern Arizona. *Weed Science* 2:379-385.
- Stokes, C. A., G. E. MacDonald, C. R. Adams, K. A. Langeland, and D. L. Miller. 2011. Seed Biology and Ecology of Natalgrass (*Melinis repens*). *Weed Science* 59:527-532.
- Williams, D. and Z. Baruch. 2000. African grass invasion in the Americas: ecosystem consequences and the role of ecophysiology. *Biological Invasions* 2: 123–140.

ACUMULACIÓN TOTAL DE LIGNINA ENTRE ECOTIPOS DE *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr, EN TEJIDO VASCULAR FOLIAR

LEAF LIGNIN ACCUMULATION AMONG *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr, GENOTYPES

Álvaro Bernal¹, Adrian R. Quero¹, Zeng Yu², Hilda A. Zavaleta¹, María E. Ortega¹, Paulino Pérez¹

¹Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de Mexico,

²The Samuel Roberts Noble Foundation. Ardmore, Oklahoma

Resumen

Banderita (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.), es una especie nativa importante de pastizales áridos y semiáridos de México. Una evaluación de 30 ecotipos con niveles contrastantes de potencial de rendimiento de forraje: bajo, medio y alto, fue realizada para determinar ecotipos sobresalientes a nivel de tejido vascular, usando técnicas histológicas y análisis de imágenes en cortes transversales de hoja a 65 días de edad. Diferencias significativas ($P < 0.05$) fueron observadas entre ecotipos para haces vasculares primarios (HVP) y secundarios (HVS). Los genotipos E-16 y E-18 presentaron las mayores áreas totales en haces vasculares primarios (>36000 y $34000 \mu\text{m}^2$) y su contenido de lignina en HVS fue de solo 3.9 y 4.5% respectivamente. El área de tejido vascular esta fuertemente relacionado con el desarrollo de tejidos y es una característica anatómica útil para la selección de especies con potencial forrajero y su proporción no esta en función con la deposición de lignina.

Palabras clave: *Bouteloua curtipendula*, Tejido vascular, Lignina, Pastizales.

Introducción

Banderita (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.), está adaptada a condiciones de escasa precipitación, con fotosíntesis C_4 , tolerante a pastoreo y sequía. La anatomía foliar se relaciona con atributos forrajeros y con la digestibilidad para pastos C_3 y C_4 y utilizada para predecir el valor nutritivo del forraje (Buxton y Redfearn, 1997; Akin y Burdick, 1975). Las plantas C_4 presentan anatomía Kranz, en la cual las células del haz vascular se encuentra rodeadas por células de la vaina del haz (VH) y ésta a su vez, por células de mesófilo (M; Ueno *et al.*, 2006), para mayor resistencia mecánica (Kinsman y Pike, 1998). Nueve tipos de anatomía Kranz en pastos han sido descritos (Edwards y Voznesenskaya, 2011), clasificándolos en tres subtipos bioquímicos que difieren en el proceso de descarboxilación de ácidos C_4 : la NADP-enzima málica (NADP-ME), NAD-enzima málica (NAD-ME) y fosfoenol piruvato carboxikinasa (PCK; Hatch, 1987). Mecanismos que dan alta eficiencia fotosintética y menor conductancia estomatal; con ello, eficiente uso de agua y adaptación a ambientes secos (Ueno *et al.*, 2006). En plantas C_4 , las venas foliares muestran orden jerárquico y las venas longitudinales sirven al transporte de fotosintatos fuera de la hoja; mientras que las transversales cortas sirven a la colección de fotosintatos (Ueno *et al.*, 2006). En arroz, diferencias de tamaño en HV estuvieron asociadas a

tallos de mayor tamaño, granos por panícula, panícula grandes y se consideran importantes para el mejoramiento genético (Wu *et al.*, 2011). Las nervaduras en hoja presentan características limitativas de la digestibilidad de fibra y lignina, compuesto fenólico presente en plantas vasculares (Piquemal *et al.*, 2002), representando el principal factor que afecta la digestibilidad de la pared celular (Jung y Allen, 1995) y compuesta por unidades C₆C₃, principalmente p-hidroxyphenyl (H), guaiacil (G) y unidades siringil (S; Piquemal *et al.*, 2002). El proceso de lignificación en gramíneas se presenta continuamente, la deposición y relación de monolignoles entre tejidos y cultivos ha sido reportada (Valenciaga, *et al.*, 2009). El objetivo fue detectar ecotipos sobresalientes en base la proporción de área de tejido en haces vasculares y deposición de lignina a nivel foliar en pasto Banderita, mediante cortes histológicos y análisis de imágenes.

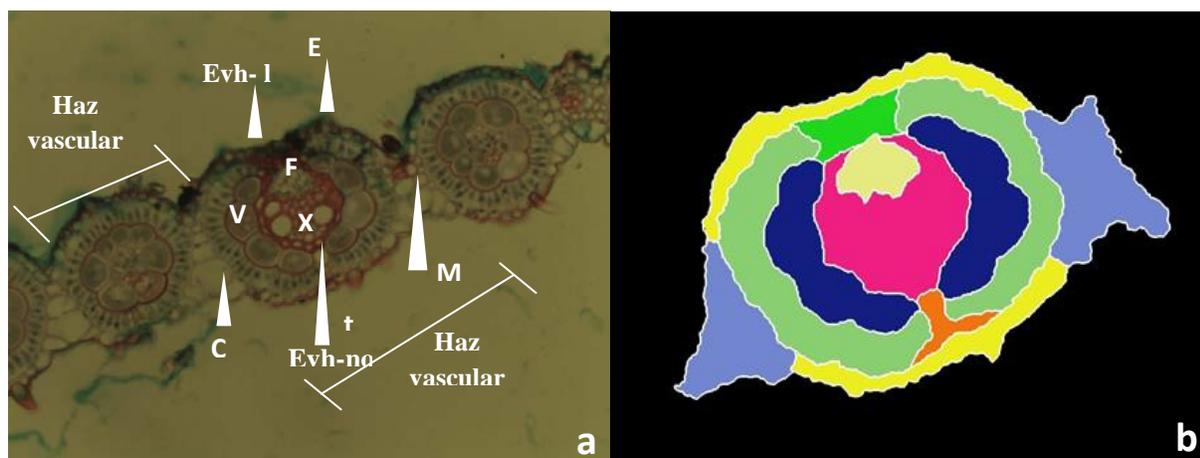
Materiales y Métodos

Procesamiento de muestras. *Material vegetal.* Se analizaron tres hojas basales a rebrote de 65 días, durante septiembre de 2010 en 30 ecotipos de pasto Banderita. Las hojas se fijaron en FAA para conservación y montaje; posteriormente, fueron deshidratadas mediante serie de soluciones con etanol y xileno: (Alcohol 30%, Alcohol 40%, Alcohol 50%, Alcohol 70%, Alcohol 85%, Alcohol 100% (1 y 2), Alcohol etílico 50%-xileno 50% y Xileno (1,2,3) usando Intercambiador Automático de Tejidos (Fisher Tissuematon), el tiempo de deshidratación fue de 66 horas. Las muestras fueron incluidas en parafina y se realizaron cortes foliares a 15 µm de grosor con micrótopo de rotación (American Optical, Spencer 820) y se almacenaron a 4 °C, durante 2 días. Las secciones de tejido fueron colocadas sobre portaobjetos con adhesivo de alumbre de cromo. *Tinción.* Las muestras fueron mantenidas 24 horas a 45 °C y desparafinadas mediante Xileno absoluto (1, 2 y 3), Alcohol absoluto (1 y 2), Alcohol 85%, Alcohol 70%, Alcohol 50%, por 3 minutos en cada una; posteriormente, incubadas por la noche en safranina-O a ambiente, teñidas con verde fijo e infiltradas y embebidas en resina sintética. *Microscopia y análisis de imágenes.* Se utilizó microscopio Zeiss Axiostar Plus y cámara digital Moticam 2000, 2.0MP Live Resolution, utilizando objetivo x20 (Fig. 1a). Se analizaron 3 hojas ecotipo⁻¹ y 6 secciones hoja⁻¹, que incluyeron tres **haces vasculares mayores (HVP)** y tres **menores (HVS)**. Las imágenes fueron analizadas mediante el software *GIMP 2.6, Image Tool* para Windows 3.00, para determinación de área y lignina, respectivamente. (Fig. 1b), 18 imágenes ecotipo⁻¹ se analizaron. Los datos fueron analizados mediante análisis multivariado (MANOVA) y ANOVA por tejido. El análisis de datos para contenido de lignina, se realizó mediante transformación arcsen y, posteriormente, analizado mediante un modelo mixto. Se utilizó comparación de medias de Tukey ($P < 0.01$), usando el paquete estadístico SAS, versión 9.1.3.

Resultados y Discusión

Diferencias entre áreas de tejido en **HVP** y **HVS** fueron observadas para las secciones foliares entre ecotipos ($P < 0.01$; Fig. 2). Mayor área fue observada para E-16 en ambos haces vasculares, el área fue dos veces mayor con respecto a E-04, con la menor área. De manera similar, E-18, E-55 y E-64, mostraron áreas mayores para ambos haces vasculares, pero no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) entre éstos. Diferencias en área de tejido han sido reportados en *Bouteloua*

repens y atribuidas a diferencias de humedad (Chamorro *et al.*, 2005). Sorpresivamente los **HVS** mostraron mayor superficie para los tres tejidos de mayor área (mesófilo, células buliformes y vaina del haz), con 83.2%, mientras que en **HVP** fue de 62.5%. Estos tejidos son de gran importancia, ya que son total y parcialmente digestibles, por lo que mayor proporción de tejido digestible fue encontrado a nivel de haces vasculares secundarios, debido a menor área de tejido lignificado. Esta característica es controlada genéticamente, aunque factores climáticos como disponibilidad de humedad repercuten en el desarrollo y crecimiento de los tejidos. **Análisis estadístico** Mayor diferencia de áreas fue observada para xilema y floema entre haces ($P < 0.01$) y para xilema entre ecotipos en HVP ($P > 0.01$; Fig. 3). Mayores áreas de tejido de xilema fueron observadas para E-14, E-45, E-13 y E-16 (4805, 4738, 4468 y 4432 μm^2 , respectivamente). Los tejidos del floema presentaron menor variación entre haces vasculares y ecotipo. Mayor contenido de xilema fue observado en HVP siendo la diferencia más destacada entre haces vasculares. Este tejido fue, en promedio, 90% mayor con respecto a HVS y en floema fue del 60%. Los haces vasculares de mayor tamaño han sido relacionados con mejor rendimiento del cultivo, un caso similar ha sido reportado para arroz (Wu *et al.*, 2011). No existió relación entre superficie de tejido y lignina a nivel xilema. Se observó mayor deposición de lignina entre haces vasculares primarios (Fig.4). Diferencias significativas se observaron entre ecotipos para ambos haces vasculares ($P < 0.01$). El ecotipo E-44 mostró mayor acumulación de lignina, con 12%; mientras que, E-10 mostró el menor contenido de lignina en haces vasculares primarios (5.7%). Un promedio de 8.2 y 4.2% fueron registrados para HVP y HVS, respectivamente. Diferencias en contenido de lignina entre ambos haces vasculares, fueron atribuidas a menor área de xilema y extensión de la vaina del haz lignificada, entre haces vasculares. Los análisis de imágenes revelaron que los haces vasculares secundarios no mostraron extensión de vaina lignificada y su proporción de tejido lignificado fue menor, en comparación con haces vasculares principales. Mayor contenido y variación en la composición de monolignoles ocurre con la edad (Valenciaga *et al.*, 2009), la acumulación ocurre a nivel de xilema y es un indicador de digestibilidad potencial de la pared celular.



Figural. Corte transversal en hoja de *B. curtipendula*. 1a) Secciones del haz vascular primario y secundario, mostrando tejidos y deposición de lignina. 2b) Segmentación de imagen empleando el software GIMP 2.6 para cálculo de áreas. Tinción histológica mediante O-safranina y verde fijo para análisis de tejidos y deposición de lignina. Imagen vista con objetivo x20. CB: Células buliformes; VH: Vaina del haz; F: Floema; X: Xilema; M: Mesófilo; E: Epidermis ;Evh-l: Extensión de la vaina del haz lignificada; Evh-no l: Ext. de la vaina del haz no lignificada; t: Tricoma . Área total (μm^2) en haces vasculares a nivel foliar para *Bouteloua curtipendula* a 65 días de edad. El promedio de áreas totales fue obtenido de la sumatoria total de áreas tejido⁻¹ haz vascular⁻¹, correspondientes a tres hojas basales ecotipo⁻¹, mediante segmentación y análisis de imágenes. I: Barra del error, representa la desviación estándar.

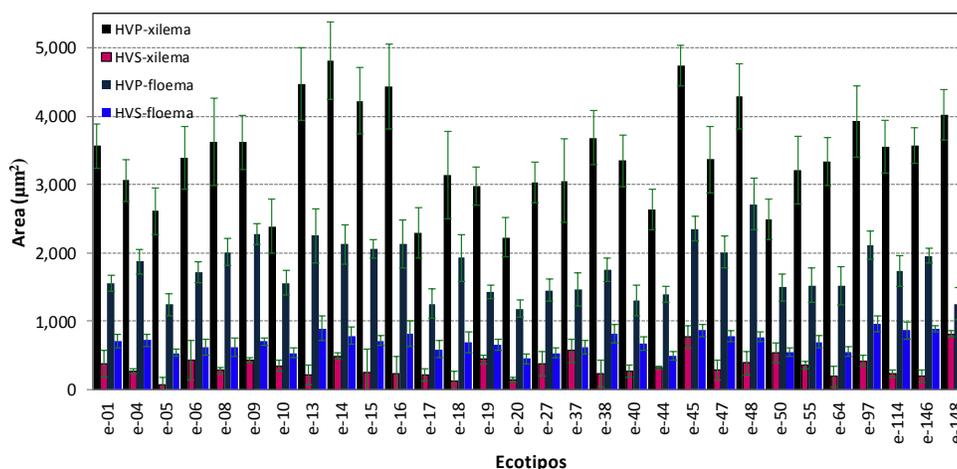


Figura 2. Área total (μm^2) para tejido vascular en haces de hoja de *Bouteloua curtipendula*. HVP-xilema: Xilema de haz vascular primario, HVS-xilema: Xilema de haz vascular secundario, HVP-floema: Floema del haz vascular primario, HVS-floema: Floema. I: Desviación estándar.

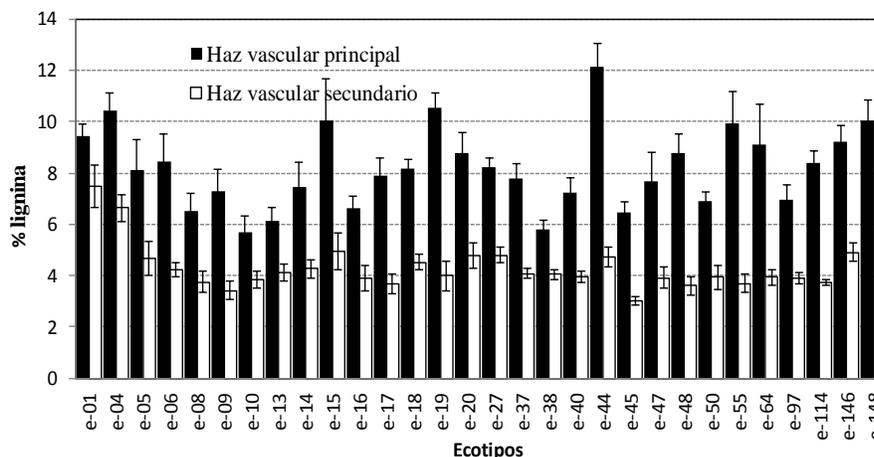


Figura 3. Variación de lignina total en haces vasculares, en ecotipos de *B. curtipendula*. El contenido de lignina fue analizado en cortes transversales de hoja a 65 días de edad usando técnicas histológicas y análisis de

imágenes, los porcentajes fueron obtenidos con el software Image Tool por haz vascular. I: Barra del error representa la desviación estándar.

Conclusiones

Se observó amplia variación entre ecotipos para área total de tejido, área en tejidos vasculares y deposición de lignina. Diferencias marcadas fueron observadas a nivel de xilema, entre haces. El ecotipo E-16 y E-18, se mostraron como sobresalientes, presentando las mayores áreas totales y de tejido vascular, así como un contenido moderado de lignina.

Agradecimiento. Los autores desean expresar su agradecimiento al Fideicomiso de Investigación Colegio de Postgraduados, Línea Prioritaria de Investigación 16: Innovación Tecnológica, por valioso apoyo brindado para el desarrollo de este trabajo.

Literatura Citada

- Akin, D. E. and Burdick, D. 1975. Percent of tissue types in tropical and temperate grass leaf blades and degradation of tissues by rumen microorganisms. *Crop Sci.* 15: 661–668.
- Buxton, D.R. and Redfearn, D.D. 1997. Plant limitations to fiber digestion and utilization. *The J of Nutrition.* 127:814S-818S
- Chamorro, D., Evangelista, C. J. y Uruñuela, P. 2005. Relaciones entre estructura histológica y composición química en hojas de gramíneas y leguminosas. *Corpoica.* 6(1):83-99.
- Hatch, M.D. 1987. C₄ photosynthesis: a unique blend of modified biochemistry, anatomy and ultrastructure. *Biochimica et Biophysica Acta.* 895:81-106.
- Jung, H.G. and Allen, M.S. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* 73:2774-2790.
- Kinsman, E.A. and Pike, K.A. 1998. Bundle sheath cells and cell-specific plastid development in *Arabidopsis* leaves. *Development.* 125:1815-1822.
- Ueno, O., Kawano, Y., Wakayama, M. and Takeda, T. 2006. Leaf vascular systems in C₃ and C₄ grasses: A two-dimensional analysis. *Annals of Botany.* 97:611-621.
- Valenciaga, D., Herrera, R.S., De Oliveira, S. E., Chongo, B., Torres, V. 2009. Composición monomérica de la lignina de *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115 y su variación con la edad de rebrote. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 43(3):315-319.
- Wu, L-L., Liu, Z-L., Wang, J-M., Zhou, C-Y. and Chen, K-M. 2011. Morphological, anatomical, and physiological characteristics involved in development of the large culm trait in rice. *Aust. J Crop Sci.* 5(11):1356-1363

CRECIMIENTO DE BECERROS EN PRADERAS IRRIGADAS EN LA SIERRA DE SONORA

GROWTH OF STOCKER CATTLE ON IRRIGATED PASTURES IN THE SIERRA OF SONORA

Félix R. Burboa¹, Miguel A. Zapata¹, Rubén Cabanillas¹, Gustavo D. Ibarra¹ y César Ortega¹.

¹ *Campo Experimental Costa de Hermosillo-INIFAP. Blvd. Del bosque #7. Col. Valle Verde. CP 83200. Hermosillo, Sonora. México. Tel: (662) 216-46-19 E-mail: frburboa@hotmail.com ; burboa.felix@inifap.gob.mx*

Resumen

El objetivo fue validar el crecimiento de becerros en praderas irrigadas en la sierra de Sonora. La validación se realizó en Granados, Sonora con un productor cooperante. En una superficie de dos hectáreas se estableció una pradera con la asociación de avena y alfalfa. La superficie se sembró el 23 de noviembre con una densidad de 30 y 22 kg por ha de avena y alfalfa, respectivamente. La fertilización de presiembra fue de 60-90-0 (N-P-K). Se utilizaron 24 animales de 139 kg de peso inicial que pastorearon por franjas la pradera desde febrero a mayo del 2012. Antes del pastoreo los animales recibieron el manejo sanitario recomendado para el pastoreo. Se estimó el forraje disponible de la pradera y los animales se pesaron cada 28 días. Se llevó un registro de los gastos de establecimiento de la pradera y manejo de animales. Al realizar el último pesaje de los animales se llevó a cabo un evento demostrativo con productores de la región. En 96 días de pastoreo la ganancia diaria promedio fue de 0.831 kg por animal. Los mayores aumentos de peso fueron en los primeros ciclos de pastoreo. El análisis de costos y beneficios muestran que es factible económicamente el crecimiento de becerros en praderas en la sierra de Sonora.

Palabras clave: crecimiento de becerros, pastoreo, praderas irrigadas, bovinos, Sonora.

Abstract

The objective was to validate the growth of stocker cattle on irrigated pastures in the sierra of Sonora. The validation was carried out in Granados, Sonora with a rancher. In an area of two hectares was established a mixed pasture with oats and alfalfa. The area was seeded on November 23 with a density of 30 and 22 kg per hectare of oats and alfalfa, respectively. Preplant fertilization was 60-90-0 (NPK). It was used a group of 24 stockers of 139 kg of weight. The grazing period was from February to May 2012. Before grazing period, calves received the recommended health management for grazing. It was estimated forage available on the pasture and the animals were weighed every 28 days. A record was kept of the cost of pasture establishment and management of stockers. When making the final weighing of the calves, there was a demonstration event with producers of the region. In 96 days of grazing, the average daily gain was 0.831 kg per head. The highest daily gain was in the first cycles of grazing. The cost-benefit analysis shows that it is economically feasible the growth of stockers on pasture in the sierra of Sonora.

key words: growth of stockers, calves, grazing, irrigated pastures.

Introducción

La ganadería de bovinos en Sonora se dedica principalmente a la producción de becerros al destete para su venta a Estados Unidos. Esta forma de producción deja sin posibilidad al productor de darle valor agregado al producto al que se le dedica alrededor del 80% de la superficie de Sonora (SAGAR, 1999). Una forma de darle valor agregado es desarrollando la cadena de bovinos carne por medio del crecimiento y finalización de los becerros producidos en el Estado. Lo anterior vendría acompañado de un incremento en el número de empleos que se crean en los diferentes procesos de la cadena productiva. En las áreas ganaderas del Estado, la superficie agrícola se dedica entre un 70 a 90% a la producción de forrajes (Burboa y col. 2003). Estas praderas generalmente se usan para compensar la falta de forraje producido en los agostaderos y normalmente se usa para que los animales pasen la época críticas de los agostaderos. Parte de estas praderas pueden ser una alternativa para darles un crecimiento o acondicionamiento a los becerros producidos y lograr aumentos de peso en forma económica y con ello reducir el periodo de engorda en el Estado donde se utilizan grano principalmente en la dieta de los animales. En Sonora se cuenta con la tecnología sobre el establecimiento y producción animal en praderas irrigadas (Lizárraga y col, 1989) por lo que es posible transferirla a través de módulos demostrativos y promover su adopción con los productores y con ello estar en posibilidad de reconvertir parte de las áreas agrícolas del Estado. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue validar y difundir el crecimiento de becerros en praderas de forrajes cultivados con productores de la sierra de Sonora.

Material y Métodos

La validación se realizó con un productor cooperante en un predio de la zona serrana de Sonora, cuya ubicación geográfica esta a 29° 52' de latitud norte y 109° 17' de longitud oeste; a una altura promedio de 850 metros sobre el nivel del mar, con clima semi-seco. La temperatura media anual es de 19°C y una precipitación media de 485.9 mm (INEGI, 1993). En noviembre de 2011 se estableció una pradera en asociación de avena y alfalfa. La avena se sembró primero con una densidad de 30 kg por ha utilizando una variedad regional. La siembra se hizo al voleo y una vez incorporada la semilla, se sembró la variedad de alfalfa Genex 9890 con densidad de 22 kg por hectárea. La fertilización de presembrado fue de 60 kg.ha⁻¹ de N y 90 kg de P₂O₅.ha⁻¹. En la pradera se instaló el cerco eléctrico y área de manejo donde los animales tuvieran acceso a minerales y agua. Antes del inicio del pastoreo, a los animales, se les dio el manejo sanitario recomendado, además de implantarlos e identificarlos por medio de aretes. En total se usaron 24 animales cuyo peso promedio inicial fue de 139 kg. Se inició el pastoreo el 10 de febrero y se finalizó 17 de mayo del 2012. Se utilizó un pastoreo rotacional en franjas donde la línea del cerco eléctrico se movía para cambiar el área de pastoreo cada dos o tres días. Los animales tenían acceso a la pradera las 24 horas del día. Se pesaron los animales cada 28 a 30 días. Después del pastoreo se fertilizaba con 40 a 50 kg de nitrógeno y se regaba lo más pronto posible. Por medio de muestreo con cuadrantes (Frame, 1981) se estimó la producción de forraje antes de cada pastoreo. Se llevó registro de los costos de establecimiento de la pradera, instalación de cerco eléctrico y manejo de animales. Al final de la prueba se hizo un evento demostrativo, donde asistieron productores y técnicos de la región. En dicho evento se explicó el manejo de la pradera y de los animales y se informó de los principales resultados obtenidos en el módulo de pastoreo.

Resultados y Discusión

Las producciones de forraje variaron de 17 a 18.5 ton de forraje verde por hectárea. En los meses de febrero hasta mediados de abril predominó la gramínea y desde finales de abril la proporción de la alfalfa fue mayor. Se realizaron tres evaluaciones de la ganancia de peso de los animales. En promedio del total de días de pastoreo se tuvo un aumento diario de 0.831 kg por animal por día (Cuadro 1). Los mayores aumentos se obtuvieron en el primer mes de evaluación con aumento promedio de un kg por animal por día. Uno de los factores que influyó en esto es que la disponibilidad de forraje por animal fue mayor al principio del pastoreo. La carga animal era baja para la producción de la pradera. Además los animales venían del agostadero donde la producción y disponibilidad de forraje por animal es muy baja. Por ello, en los primeros ciclos de pastoreo es cuando los animales tienen las mejores ganancias, debido al crecimiento compensatorio que se tiene cuando se pastorea animales que proceden de este tipo de ambientes. Esto es mencionado por diversos autores (Bock y col. 1991; Capitan y col. 2004). Los más bajos aumentos de peso se tuvieron en el último ciclo de evaluación. Esto pudo deberse a que las condiciones ambientales como el incremento de las temperatura pudo haber afectado el pastoreo de los animales. Además la disponibilidad de forraje por animal disminuyo ya que para este periodo los animales habían aumentado casi 63 kg en promedio. Para esta etapa los animales empiezan a demandar más energía y requerir menos proteína. Esto también ha sido reportado, ya que a medida que avanza el ciclo de pastoreo se disminuyen los aumentos de peso de los animales (Hill y col. 2001). El costo-beneficio para el crecimiento de becerros con las condiciones donde se llevó a cabo la validación se muestra en el cuadro dos. En estos datos no se incluyó la renta de terreno o compra de animales, además el costo de infraestructura de cercos eléctricos se dividió entre cinco para amortizar el costo.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se llevó a cabo la validación, se puede concluir que el crecimiento de becerros en praderas con productores de la Sierra de Sonora es factible económicamente ya que se obtienen buenos aumentos de peso.

Cuadro 1. Comportamiento de becerros en pastoreo de avena y alfalfa en la sierra de sonora.

	PESO (kg)	FECHA	DIAS	G.D.A ¹	G. P.P ²	G.HA ³
INICIAL	139.4	10/02/2012			KG	KG
1a PESADA	174.7	15/03/2012	34	1.04	35.25	
2a PESADA	202.3	17/04/2012	33	0.84	27.58	
3a PESADA	219.2	16/05/2012	29	0.586	16.95	
TOTAL			96	0.831	79.9	958.8

1 Ganancia diaria por animal, 2 Ganancia por animal por periodo, 3 Ganancia por hectárea

Cuadro 2. Beneficio-costo (pesos) de producción de becerros en praderas en la sierra de sonora

INGRESOS	AUMENTO DE PESOPOR HA. POR PRECIO-VENTA	36,626
COSTOS TOTALES	TRATAMIENTO, MANEJO DE ANIMALES Y PRADERA	16,657
GANANCIAS/PERDIDAS	INGRESOS-COSTOS	19,996

Literatura Citada

- Bock, B. J. , Scott, M. H, Frank, K. B, Larry, R. C and Gerry, L. K. 1991. Stocker Cattle Management & Nutrition. Kansas State Agricultural Experiment Station . 16 p.
- Burboa, C. F. R., Ibarra, G. D. D. y Cabanillas, C.R. 2003. Forrajes cultivados en la producción de bovinos de carne en Sonora. XXXIX Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. México. p. 356.
- Capitan, B. M., C. R. Krehbiel, R. E Irskey, L. M Lauriault, G. C. Duff and G. B. Donart. 2004. Effects of Winter and Summer Forage Type on Pasture and Feedlot Performance and Carcass Characteristics by Beef Steers. The Professional Animal Scientist 20:225–236.
- Frame, J. 1981. Herbage mass. P. 39-70. In: Hodgson y col. (eds.) . Sward Measurement Handbook. The British Grassland Society. Hurley, Maidenhead, Berkshire.
- Hill, G.M., R.N. Gates and J.W. West. 2001. Advances in bermudagrass research involving new cultivars for beef and dairy production. J. Anim. Sci. 79(E. Suppl.):E48–E58.
- INEGI. 1993. Anuario Estadístico del Estado de Sonora edición 1993. INEGI-GOBIERNO DE SONORA.- Aguascalientes, Ags. 79 p.
- Lizárraga del C G., G. Ibarra, F. R. Burboa C., Zapata, M. M., Cabanillas C. R. y Peñúñuri, F. J. M. 1989. Forrajes irrigados. 20 años de investigación pecuaria en el CIPES. Investigaciones Pecuarias en el Estado De Sonora. CIPES-INIFAP-GOB. EDO. SON. UGRS. p. 14-21.
- SAGAR Subdelegación de Ganadería-Sonora-COTECOCA. 1999. Los agostaderos y la ganadería extensiva en Sonora. Hermosillo, Sonora.

COMPARACION DE VARIETADES DE SORGO FORRAJERO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN QUIRIEGO, SONORA, MEXICO.

COMPARISON OF FORAGE SORGHUM VARIETIES UNDER RAINFED CONDITIONS IN QUIRIEGO, SONORA, MEXICO.

Rubén Cabanillas, Gustavo D. Ibarra, Cesar Ortega, Félix R. Burboa y Arturo Morales

Campo Experimental Costa de Hermosillo-INIFAP

Resumen

El objetivo de este estudio fue comparar mediante prueba de validación variedades de sorgo forrajero en área de temporal y transferir el proceso de elaboración de ensilado. Se sembraron seis variedades de sorgo en una superficie de seis hectáreas de temporal. Las variedades fueron: Silo Miel 310 VC, Caramelo NC, Gota de Miel, Costeño 201, Gavatero 203 y Hégari Blanco. La fecha de siembra fue el 14 de julio del 2011. El método de siembra fue al voleo y se incorporó la semilla con un paso de rastra. La densidad de siembra fue de 20 kg de semilla/ha. La precipitación pluvial total fue de 453 mm. La variedad Gota de miel superó al resto de las variedades con 20.8 t/ha de forraje verde; con rendimientos intermedios de 18.9, 17.4 y 16.4 t/ha para Silo miel 310 VC, Hégari blanco y Gavatero 203; y los más bajos de 14.0 y 9.9 t/ha para Caramelo NC y Costeño 201. El rendimiento de forraje seco tuvo la misma tendencia con 6.7, 4.7, 5.3, 4.9, 4.2 y 2.8 t/ha para cada variedad en el orden antes señalado. Los porcentajes promedio de tallo, hoja y panoja fueron 64.3, 27.5 y 8.2%. De las variedades estudiadas, Gota de miel produjo los más altos rendimientos de forraje verde y seco en condiciones de temporal pero tuvo mayor cantidad de tallo, menor de hoja y moderada de panoja, lo que la cataloga como una variedad propicia para ser ensilada y utilizada en el mantenimiento de animales en épocas críticas de sequía.

Palabras clave: Sorgo forrajero, Temporal, Variedades, Rendimiento

Abstract

The objective of this study was to compare forage sorghum varieties under rainfed conditions and transfer the silage making process. Six sorghum varieties were seeded on a six hectare surface of rainfed area. The varieties were: Silo miel 310 VC, Caramelo NC, Gota de miel, Costeño 201, Gavatero 203 and Hégari blanco. The planting date was July 14, 2011. The method of sowing was broadcast and incorporated the seed with a harrow. Seeding rate was 20 kg seed/ha. Total rainfall was 453 mm. The Gota de miel variety outperformed all other varieties with 20.8 t/ha of fresh forage; with intermediate yields of 18.9, 17.4 and 16.4 t/ha for Silo miel 310 VC, Hégari blanco y Gavatero 203, and the lowest 14.0 and 9.9 t/ha for Caramelo NC and Costeño 201. The dry forage yield showed the same trend with 6.7, 4.7, 5.3, 4.9, 4.2 and 2.8 t/ha for each variety in the order above named. The average percentages of stem, leaf and panicle were 64.3, 27.5 and 8.2%. Of the varieties studied, Gota de miel produced the highest yields of fresh and dry forage

in a rainfed area but had a greater amount of stem, lower of leaf and moderate of panicle, which classifies it as a favorable variety for silage for using in the maintenance of animals at critical times of drought.

Keywords: Forage sorghum, Rainfed, Varieties, Yield

Introducción

La productividad de los bovinos en los sistemas extensivos del Estado de Sonora, generalmente, es reducida por disminuciones en la producción y calidad del forraje disponible en los agostaderos, las cuales se derivan de las condiciones erráticas de precipitación que se presentan con frecuencia en la entidad. Una forma de solventar lo anterior es combinar los recursos del agostadero con los agrícolas, utilizando forrajes de riego y/o de temporal en pastoreo o conservados en forma de heno o ensilaje, como prácticas preventivas para alimentar el ganado o bien como una parte integral del sistema de producción. Los sorgos forrajeros son una buena opción de utilización en el ciclo primavera-verano por ser especies de crecimiento rápido y rendimiento aceptable en condiciones de baja precipitación, llegando a producir entre 20 y 30 t de forraje verde/ha en áreas de temporal. En el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 148, conformado por los municipios Benito Juárez, Bácum, Cajeme, Quiriego, Rosario, San Ignacio Río Muerto, y partes de Guaymas y Navojoa, la precipitación media anual histórica hasta el 2002 fue de 427.7 mm y se determinó una sobrecarga animal en el agostadero de 55.44% (COTECOCA, 2002). En reciente base de datos publicada por OEIDRUS (2009), no se reportan superficies sembradas de maíz y sorgo con fines de producción de forraje para el DDR 148 en el ciclo primavera-verano 2008-2009. Las estadísticas anteriores muestran un aprovechamiento bajo de los recursos del agostadero y de las áreas de riego y temporal destinadas a la producción de forraje. Utilizando especies y/o variedades con adaptación a zonas de temporal y aplicando la tecnología necesaria para lograr su óptimo crecimiento y desarrollo, es posible incrementar la producción de forraje con alto valor nutritivo para suplementar el ganado en épocas de baja disponibilidad de alimento en el agostadero. En la actualidad es posible encontrar en el mercado variedades de sorgo forrajero mejoradas para obtener altos rendimientos de forraje, con requerimientos de agua que podrían ser cubiertos con precipitaciones de alrededor de 300 mm mas el auxilio de agua de represo y el apoyo de curvas a nivel en el terreno. En una prueba de validación, Moreno (2009) comparó las variedades de sorgo forrajero VC-462, S-23 y Costeño 201. Los rendimientos de forraje verde y seco obtenidos fueron de 30 y 9; 29 y 8.7; y 20 y 6 t/ha para cada variedad, respectivamente, y la precipitación ocurrida durante el ciclo de los cultivos fue de 379.5 mm. En otro estudio, Palacios y Reyes (2005) determinaron valores de 10.6 t/ha de forraje seco, 2.9 t/ha de grano, 7.6% de proteína cruda y 66.4% de digestibilidad para la variedad de sorgo VC-462, los cuales fueron similares a los de la variedad silomiel cuyos valores fueron 10.0t/ha, 2.7 t/ha, 7.5% y 66.0%. En el municipio de Rosario Tesopaco, Sonora, de 1990 a 1993 (ciclos primavera-verano), Morales y Carrillo (Datos no publicados) obtuvieron rendimientos de forraje seco de 4.6 a 12.9 t/ha y de forraje verde hasta de 42.2 t/ha, evaluando variedades de sorgo forrajero, tales como Cow Vittles II, Beefbuilder, Super Su, WM GS-76-Y, Gazer, Dine-A-Mite y Cow Vittles,

en condiciones de temporal con precipitaciones de 343 a 598 mm. Además, En el municipio de Quiriego, Sonora, los mismos autores alcanzaron producciones promedio de forraje verde y seco de 61.9 y 22.7 t/ha, respectivamente, con la variedad Beefbuilder y 897 mm de precipitación. Mantener un balance positivo entre el abasto y demanda de forraje es indispensable para sostener el pastizal nativo y un número apropiado de cabezas de ganado. En períodos severos de sequía es común que la disponibilidad de forraje disminuya siete veces y la mortalidad de plantas en el agostadero exceda de 50% (Encinas, 2007). Por eso, una recomendación técnica es que el productor se prepare para hacer frente a este tipo de evento climatológico, implementando la práctica de conservación de forraje a través del ensilaje. Este proceso consiste en la fermentación ácida del forraje, inducida por la nula presencia de oxígeno en el silo. De esta forma, se preserva el forraje por varios años y se inhibe su deterioro para ser consumido por el ganado en épocas de crisis forrajera (Basurto, 2009). El objetivo de este estudio fue comparar mediante prueba de validación variedades de sorgo forrajero en área de temporal y transferir el proceso de elaboración de ensilado, como apoyo a los ranchos ganaderos en épocas críticas de sequía.

Materiales y Métodos

El módulo de validación se estableció en el rancho San Luis, ubicado a 7 km al éste de Quiriego. Se sembraron seis variedades de sorgo en una superficie de seis hectáreas de temporal. Las variedades fueron: Silo Miel 310 VC, Caramelo NC, Gota de Miel, Costeño 201, Gavatero 203 y Hégari Blanco. Se fertilizó en presiembra con 16.5 kg de N/ha y 50 kg de P₂O₅/ha. La preparación del terreno consistió en un paso de rastra a 20 cm de profundidad. La fecha de siembra fue el 14 de julio del 2011. El método de siembra fue al voleo y se incorporó la semilla con un paso de rastra. La densidad de siembra fue de 20 kg de semilla/ha. La precipitación pluvial desde el primero de julio hasta el 27 de septiembre de 2011 fue como sigue: Julio 208 mm, Agosto 154 mm y Septiembre 91 mm sumando un total de 453 mm. Se tomaron muestras de planta completa, utilizando el método del cuadrado, para determinar los rendimientos de forraje verde y seco, la proporción tallo:hoja:espiga y altura de la planta. El ensilado de las variedades se llevó a cabo el 6 de Octubre de 2011. El sorgo se cosechó espigado y con alrededor de 30% de MS (25 a 32%). La altura de corte de la planta fue de 20cm. El forraje se picó en trozos de 2cm, se colocó en el silo en capas de 20cm y se compactó continuamente. Se utilizó un silo superficial denominado pastel sellado con hule negro y tierra (Reyes y col., 2004).

Resultados y Discusión

Los rendimientos de forraje verde y seco, la proporción de tallo:hoja:panoja, y la altura de planta se presentan en el Cuadro 1. La variedad Gota de miel superó al resto de las variedades con 20.8 t/ha de forraje verde; con rendimientos intermedios de 18.9, 17.4 y 16.4 t/ha para Silo miel 310 VC, Hégari blanco y Gavatero 203; y los más bajos de 14.0 y 9.9 t/ha para Caramelo NC y Costeño 201, respectivamente. El rendimiento de forraje seco tuvo la misma tendencia con 6.7, 4.7, 5.3, 4.9, 4.2 y 2.8 t/ha para cada variedad en el orden señalado arriba. Becerra y col. (2007)

obtuvieron un rendimiento de forraje seco mayor (8.2 t/ha) con sorgo BMR-100 y 312 mm de precipitación. Una respuesta similar a la de nuestros resultados fue encontrada por Guevara, Eguiarte y Rodríguez (1987) al comparar variedades de sorgo con aplicación de riego. En promedio de las seis variedades los porcentajes de tallo, hoja y panoja fueron 64.3, 27.5 y 8.2%. Con base en estos promedios, las variedades Hégari blanco (60.4 y 29.7%), Gavatero 203 (58.3 y 35.1%) y Costeño 201 (52.3 y 42.7%) fueron sobresalientes con menor y mayor porcentajes de tallo y hoja, respectivamente. Estas variedades, por el contrario, tuvieron valores de por ciento de panoja menores al promedio con excepción de Hégari blanco (9.9%). Porcentajes de tallo similares (51.0 a 72.0%) fueron encontrados por González y col. (1990) pero observaron valores intermedios para hoja (16 a 26%) y más altos para panoja (12.0 a 26.0%) al evaluar variedades de sorgo bajo condiciones de riego y fertilización. Proporciones de 77.0, 15.0 y 8.0%, promedio de cinco variedades de sorgo forrajero, fueron señaladas por Guevara, Eguiarte y Rodríguez (1987) para tallo, hoja y panoja. Híbridos de maíz con mayor porcentaje de mazorca tuvieron mayor digestibilidad *in vitro* y valor energético (Núñez, Contreras y Faz, 2003).

Cuadro 1. Rendimiento de Forraje Verde (RFV) y Seco (RFS), Proporción de Tallo, Hoja y Panoja, y Altura de Planta de Variedades de Sorgo Forrajero

VARIEDAD	RFV	RFS	PROPORCION (%)			ALTURA
	t/ha	t/ha	Tallo	Hoja	Panoja	m
Gota de miel	20.8	6.7	76.6	14.8	8.6	1.93
Silo miel 310 VC	18.9	4.7	67.6	23.0	9.4	1.60
Hégari blanco	17.4	5.3	60.4	29.7	9.9	1.21
Gavatero 203	16.4	4.9	58.3	35.1	7.0	1.14
Caramelo NC	14.0	4.2	70.8	20.3	8.9	1.77
Costeño 201	9.9	2.8	52.3	42.3	5.4	0.86

Conclusiones

De las variedades estudiadas, Gota de miel produjo los más altos rendimientos de forraje verde y seco en condiciones de temporal pero tuvo mayor cantidad de tallo, menor de hoja y moderada de panoja, lo que la cataloga como una variedad propicia para ser ensilada y utilizada en el mantenimiento de animales en épocas críticas de sequía.

Literatura Citada

- Basurto, K. V. M. 2009. Los ensilajes cobran mayor importancia para la nutrición del ganado lechero. XIX Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. UABC-ICA. p. 11-22.
- Becerra, B. J., A. Escamilla M., R. Basurto G. y E. Ramírez R. 2007. Variación en la preparación del suelo para una mayor eficiencia del agua de lluvia con diferentes cultivos para forraje y grano. XLIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Memoria de Resúmenes. Sinaloa, México. P. 174.
- COTECOCA. 2002. Diagnostico de los Agostaderos del Estado de Sonora. SAGARPA. Gobierno del Estado de Sonora
- Encinas, M. 2007. Manejo de pastizales nativos y del ganado en regiones con problemas de sequia. XVII Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. UABC-ICA. p. 160-164.
- González, S. A., J. A. Eguiarte V., R. Rodríguez R. y R. Hernández V. 1990. Producción y calidad de forraje de siete variedades híbridas de sorgo. Tec. Pecu. Mex. 28 1:45-47.

- Guevara, G. F., J. A. Eguiarte V. y F. J. Ramírez V. 1987. Productividad y composición química de sorgos de grano y forraje en la costa de Nayarit. *Tec. Pecu. Mex.* 25 2:255-259.
- Morales, C.A. y L. E. Carrillo M. Sin fecha. Proyecto: Tecnología de producción de forrajes bajo condiciones de temporal en el sur de Sonora, México. Informes de actividades del proyecto. INIFAP.
- Moreno, M. T. 2009. Validación técnica y económica de las variedades de sorgo VC-462 y S-23, con potencial forrajero en áreas de temporal de los municipios de San Ignacio y Elota. Día Demostrativo. SAGARPA-Fundación Produce Sinaloa A.C.-INIFAP-Gob. del Estado de Sinaloa.
- Núñez, H. G., E. F. Contreras G. y R. Faz C. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Tec. Pecu. Mex.* 41 1:37-48.
- OEIDRUS. 2009. Distrito de Desarrollo Rural No. 145 – Cajeme. Ciclo agrícola 2008/2009; primavera-verano. Modalidad: Temporal + Riego. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. <http://www.oeidrussonora.gob.mx/documentos/agricola/cierre2009/Nueva%20carpeta/CAJEME.pdf>
- Palacios, V.O. y J.E. Reyes J. 2005. Avances en la formación de variedades de sorgo para áreas de temporal del estado de Sinaloa. Memorias de la XLI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. INIFAP. Resúmenes. Morelos 2005. p.159.
- Reyes, J. J.E., T. Moreno G., A. Loaiza M. y J. M. O. Romero F. 2004. Producción de maíz bajo riego para ensilaje en Sinaloa. SAGARPA-INIFAP-CIRNO-CE Sur de Sinaloa. Folleto para Productores No. 15.

FACTORES ANTINUTRICIONALES Y DEGRADABILIDAD DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES

ANTINUTRITIONAL FACTORS AND DEGRADABILITY OF TROPICAL FORAGE LEGUMES

Francisco E. Cab¹, Adrian R. Quero², Javier F. Enríquez¹, María E. Ortega², Guillermina Martínez³ y Alma X. Ibarra¹

¹C.E. "La Posta". INIFAP. Paso del Toro, Veracruz. ²Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. ³Campo Experimental Valle de México. INIFAP.

Resumen

Se llevó a cabo la evaluación de siete leguminosas de porte arbustivo para su introducción en los sistemas de alimentación animal. La digestibilidad y degradabilidad en dos épocas (lluvias y seca) fueron analizadas con un diseño de bloques completos al azar. Los resultados muestran que la mayor digestibilidad de la MS la presentó *Senna pendula* y *Senna racemosa*, siendo la menor para *Lonchocarpus rugosus* en ambas épocas del año. La degradabilidad muestra que existen diferencias ($P < 0.05$) entre especies; el mayor valor fue para *Senna pendula*, y el menor para *Lonchocarpus rugosus* en ambas épocas del año. Las tasas de pasaje muestran mejores resultados para *Bauhinia divaricata* ($P < 0.05$) en la época seca y para *Senna racemosa* en época de lluvias. De los factores antinutricionales determinados solo el inhibidor de tripsina se encontró en la mayoría de las especies; sin embargo, se puede reducir su efecto mediante diferentes métodos. Aun falta realizar estudios para determinar la aceptabilidad del forraje por los animales y reafirmar su potencial alimenticio.

Palabras clave: Leguminosas, digestibilidad, arbóreas.

Introducción

La familia de las leguminosas es de gran importancia por sus diferentes aportaciones al medio ecológico, en la alimentación humana y animal en todo el mundo (Shelton *et al.*, 2005). Sin embargo, éstas poseen sustancias que disminuyen su utilización en la ganadería, y en muchos casos, funcionan como reguladoras del pastoreo (Sosa *et al.*, 2000; Zapata *et al.*, 2009). Estas sustancias se denominan con varios términos, uno de ellos es el de factores antinutricionales; aún con esta característica, su utilización se vuelve una alternativa valiosa debido a su capacidad para alcanzar estratos estables de humedad (Quero *et al.*, 2007). Para formar parte de la dieta en la alimentación es necesario que presenten niveles óptimos de digestibilidad y sin compuestos que afecten la salud animal. El objetivo de este estudio fue determinar la digestibilidad, la degradabilidad y los factores antinutricionales de siete leguminosas arbóreas del trópico mexicano.

Materiales y Métodos

Se recolectaron hojas de siete especies arbustivas en la península de Yucatán en dos época del año (lluvias y seca). El clima de la región es Aw₀, lluvias en verano, precipitación de 1000 a 1800 mm (García, 1988). Las especies estudiadas fueron: *Lysiloma latisiliquum* (L) Benth.,

Bauhinia divaricata L., *Senna racemosa* Irwin et Barneby, *Senna pendula* (Willd.), *Albizia lebbbeck* (L) Benth, *Piscidia piscipula* Sarg. y *Lonchocarpus rugosus* Benth. Para ello se recolectó suficiente material por especie en época de lluvias (Julio) y seca (Mayo). Se utilizaron tres toros Holstein de 450 kg, con cánula permanente en rumen. Para medir la cinética de digestión ruminal de la materia seca (MS) se empleó la técnica de bolsa (Orskov *et al.*, 1980). Se pesaron 5 g de muestra de follaje de cada especie, se colocaron en las bolsas, las cuales fueron introducidas en el rumen de cada uno de los animales. La incubación se llevó a cabo durante: 0, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 horas; las muestras se evaluaron por duplicado y por toro, pasado el tiempo de incubación; las bolsas se extrajeron de los animales y se lavaron con agua corriente; posteriormente, se pusieron a secar en estufa de aire forzado a 55°C por 72 horas y la degradación de MS se calculó como sigue (Orskov y McDonal 1979):

$$Y = a + b(1 - \exp^{-ct})$$

donde:

Y = tasa de degradación al tiempo t ; a = intercepto de la curva de degradación cuando $t=0$; b = fracción degradada por acción de organismos, c = tasa de degradación (% h^{-1}); e = log natural; t = tiempo de incubación en el rumen (horas). También se analizaron los siguientes factores antinutricionales; inhibidor de tripsina (Kakade *et al.*, 1974); saponinas (Monroe *et al.*, 1952); hemaglutininas, mediante la técnica de diluciones (Jaffé *et al.*, 1974) y la actividad ureásica, ésta se determinó midiendo el cambio de pH en la muestra estudiada (AOAC, 2002). Los resultados fueron analizados con un diseño de bloques completamente al azar usando PROC GLM y la comparación de medias por Tukey (SAS, 2002).

Resultados y Discusión

Digestibilidad de la MS. En la época de lluvias, hubo diferencias ($P \leq 0.05$) entre especies durante las cuatro primeras horas de incubación, con más altos valores en *Senna pendula* (58%) y *Senna racemosa* (47%). *Lonchocarpus rugosus* presentó el menor valor (31%; Figura 1). La digestibilidad *in situ* de *Guazuma ulmifolia* Lam., fue de 78% (Pinto *et al.*, 2004), cercano a los observados en *Senna racemosa*, *Senna pendula* y *Bauhinia divaricata*, a 24 h de incubación. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, ha mostrado digestibilidad a 48 h de 66.2% y 72 h, 68.0% (Sánchez *et al.*, 2008), valores similares a *Bauhinia divaricata* a las 48 y 72 h. Durante la época seca del año, existieron diferencias ($P < 0.05$) entre especies, siendo iguales *Senna racemosa*, *Bauhinia divaricata* y *Senna pendula* con 51% a 4 h de incubación, pero diferentes a *Albizia lebbbeck* y *Piscidia piscipula* con 34% (Figura 2). Para *Cajanus cajan* (L.) Millsp., se han reportado digestibilidades de 60 y 58% a 140 y 100 días de corte (Martínez, 2002), estos datos coinciden con los registrados para este estudio, que son similares a los reportados para leguminosas arbustivas utilizadas en pastoreo (Olivares *et al.*, 2005).

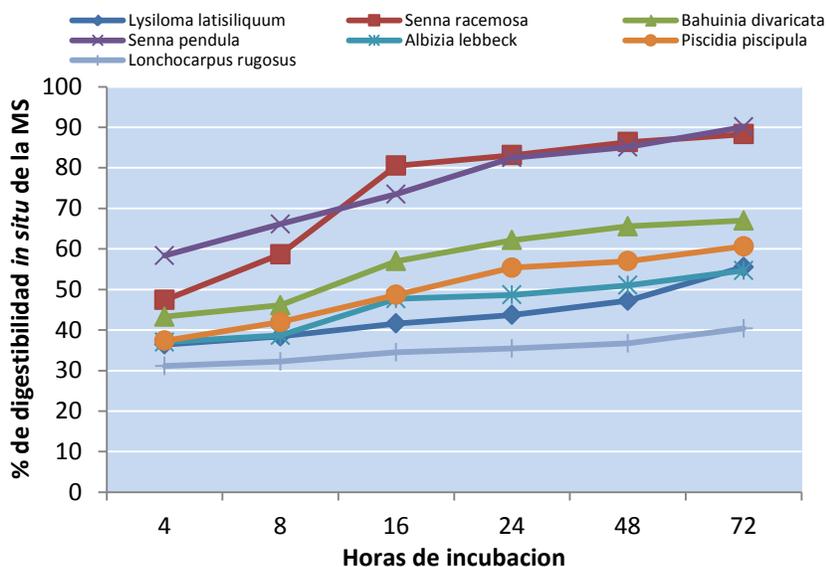


Figura 1. Digestibilidades *in situ* de leguminosas arbóreas del trópico mexicano en la época de lluvias.

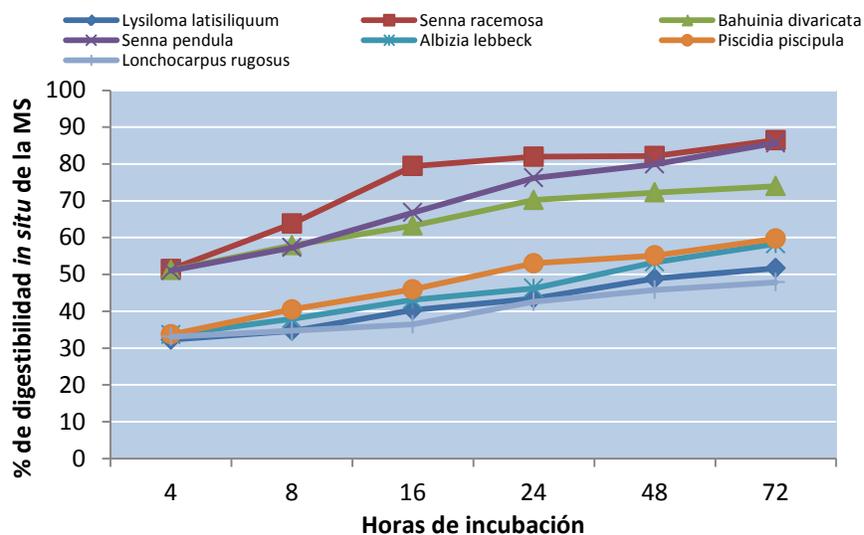


Figura 2. Digestibilidades *in situ* de leguminosas arbóreas del trópico mexicano en la época seca.

Degradabilidad de la MS

Los valores mostraron máxima extensión de la digestión en época lluviosa para *Senna pendula* (90.11%), en tasa de pasaje ($3.8\% \text{ h}^{-1}$; Figura 3). En la época seca, la mayor tasa de digestión se observó en *Senna racemosa* y *Senna pendula* (86.5 y 85.7%). La mayor tasa de pasaje se observó

en *Senna racemosa* ($6.4\% \text{ h}^{-1}$) y *Bauhinia divaricata* ($5.7\% \text{ h}^{-1}$), y el menor valor en *Lysiloma latisiliquum* ($1.3\% \text{ h}^{-1}$) en lluvias. En *Leucaena leucocephala*, se ha reportado una tasa y potencial de degradación de $5.8\% \text{ h}^{-1}$ y 71.5% (Razz *et al.*, 2004), similar a lo observado en este estudio. En *Acacia angustissima* (Mill.), Kuntze; Jiménez-Ferrer *et al.* (2008); y Campo y Dirzo (2003) encontraron tasas de pasaje de 37.3 y $21.2\% \text{ h}^{-1}$ para estiaje y lluvias, respectivamente. La edad de rebrote y la calidad del suelo influyen en la composición del forraje y su degradabilidad.

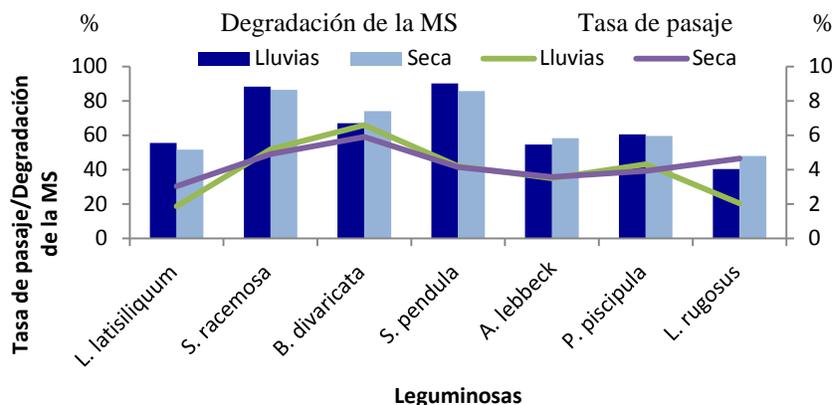


Figura 3. Degradación de MS y tasa de pasaje de leguminosas arbóreas del trópico mexicano en dos épocas del año.

Factores antinutricionales

De los factores determinados solo el inhibidor de tripsina fue el que se presentó en todas las especies. En la época de lluvias mostraron variación en la concentración de inhibidor de tripsina, los valores más altos se encontraron en *Lonchocarpus rugosus*, *Senna pendula* y *Bauhinia divaricata*, con el menor porcentaje en *S. racemosa* (Cuadro 1). En la época seca éstos fueron superados por *Lysiloma latisiliquum*, *Lonchocarpus rugosus* y *Senna pendula*; por otra parte, los valores más bajos se observaron en *Albizia lebeck* y *Senna racemosa*. No se encontraron saponinas en las especies estudiadas, a excepción de *Lysiloma latisiliquum*. Los valores reportados en este estudio para la actividad ureásica fueron bajos y no representan ningún problema para que estas leguminosas sean utilizadas en la alimentación animal. Se han reportado valores promedio de inhibidores de tripsina de 625.10 TIU, para *Pithecellobium pedicellare* Benth, *G. sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Samanea saman* (Jacq.) Merr, *Acacia spp.*, *Bauhinia cumanensis* Kunth, *Cassia alata* L. y *Pentaclethra maculosa* (Willd.) Kuntze; (García *et al.*, 2009), inferior al observado en este estudio. En semillas de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., se han reportado 4.82 TIU, valores que no son tóxicos para los animales; sin embargo, este componente varía con la edad de rebrote y partes de la planta (Serratos *et al.*, 2008).

Cuadro 1. Factores antinutricionales en leguminosas arbóreas del trópico mexicano en dos épocas del año.

Leguminosas	Componente							
	Inhibidor de Tripsina (TIU/g de muestra)		Contenido de Saponinas		Hemaglutininas (a)		Actividad Ureásica (b)	
	Lluvias	Seca	Lluvias	Seca	Lluvias	Seca	Lluvias	Seca
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	864.03	5522.62	negativo	bajo contenido	1:08	1:32	0.0029	0.17
<i>Senna racemosa</i>	820.76	643.15	negativo	negativo	negativo	negativo	0.0029	0.0029
<i>Bauhinia divaricata</i>	1776.58	1865.71	negativo	negativo	negativo	n/d	0.0029	0.0029
<i>Senna pendula</i>	1426.71	2659.88	negativo	negativo	n/d	negativo	0.0029	0.0029
<i>Albizia lebbek</i>	2247.6	585.74	negativo	negativo	negativo	negativo	0.0029	0.13
<i>Piscidia piscipula</i>	938.24	671.14	negativo	negativo	negativo	negativo	0.0029	0.0029
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	4745.48	4394.55	negativo	negativo	negativo	1:2	0.0029	0.0029

TIU= Unidades Inhibidas de Tripsina; a= dilución máxima que produce aglutinación en 1 hora; b= incremento de unidades de pH y n/d= no se determinó.

Conclusiones

Se observó alta digestibilidad *in situ* de la materia seca para *S. racemosa*, *S. pendula*, *B. divaricata* y *P. piscipula*, sin que influyera la época del año, observando en la época seca la de mayor disponibilidad de nutrientes. La tasa y extensión de la digestión fueron similares a las reportadas para otras leguminosas. Entre los factores antinutricionales determinados, el inhibidor de tripsina fue el que se encontró en mayor proporción, mientras que la concentración de los otros factores antinutricionales analizados fue baja o nula. De acuerdo a lo anterior, las leguminosas evaluadas pueden ser usadas en los sistemas de pastoreo bajo consumo moderado, y con diferentes técnicas de manejo.

Literatura Citada

- AOAC. 2002. Association of Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis. 17th Ed. Washington D.C. USA.
- Campo J. and Dirzo R. 2003. Leaf quality and herbivory responses to soil nutrient addition in secondary tropical dry forests of Yucatan, Mexico. *J Trop. Ecol.* 19:525-530.
- García D. E., Medina M. G., Moratinos P., Cova L. J., Torres A., Santos O. y Perdomo D. 2009. Caracterización química nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. *Avances en Investigación Agropecuaria.* 13:25-39.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana). 4ª. ed. México. 246 p.
- Jaffé L. A., Werner G. and Gonzalez I. D. 1974. Isolation and partial characterization of bean phytohemagglutinins. *Phytochem.* 13:2685-2693

- Jiménez-Ferrer G., López-Carmona M., Nahed-Toral J., Ochoa-Gaona S. y Ben de Jong. 2008. Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México. *Vet. Méx.* 39:199-213.
- Kakade M. L., Rackis J. J., McGhee J. E. and Puski G. 1974. Determination of trypsin inhibitors activity of soy-products. A collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chem.* 51:376-382.
- Martínez, P.R. 2002. Caracterización nutricional de Gandul (*Cajanus cajan*), basado en sus componentes químicos, desaparición *in situ* y cinética digestiva. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de Colima. Colima, México. 78 p.
- Monroe E. E., Wall E. and Rolland M. L. 1952. Detection and estimation of steroidal sapogenins in plant tissue. *Anal. Chem.* 8:1337-1341.
- Olivares, P.J., Jiménez, G.R., Rojas, H.S. y Martínez, H.P.A. 2005. Uso de las leguminosas arbustivas en los sistemas de producción animal del trópico. *Revista Electrónica de Veterinaria.* VI (5). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505.html>
- Orskov, E. R., Deb Hovell, D.D. y Mould, F. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la valuación de los alimentos. *Prod. Anim. Trop.* 5, 213-233.
- Orskov, E. R. and McDonalds, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Camb.* 92, 499-503.
- Pinto R., Gómez H., Martínez B., Hernández A., Medina F., Ortega L. y Ramírez, L. 2004. Especies forrajeras utilizadas bajo silvo-pastoreo en el centro de Chiapas. *Avances Inv. Agro.* 8:1-11.
- Quero C. A. R., Enríquez Q. J. F. y Miranda J. L. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o *status quo*. *Interciencia.* 32 (8): 566-571.
- Razz R., Clavero T. y Vergara J. 2004. Cinética de degradación *in situ* de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum máximum*. *Rev. Científica, FCV-LUZ.* 14:424-430.
- Sánchez T., Orskov E. R., Lamela L., Pedraza R. y López O. 2008. Valor nutritivo de los componentes forrajeros de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala*. *Pastos y Forrajes* 31:271-281.
- SAS (Statistical Analysis Systems). 2002. SAS Proceeding Guide: Versión 9.0. SAS Inst. Inc. Cary, NC, USA.
- Serratos A. J. C., Carreón A. J., Castañeda V. H., Garzón De la M. P. y García E.J. 2008. Composición químico-nutricional y de factores antinutricionales en semillas de parota. *Interciencia* 33:850-854.
- Sosa R. E. E., Sansores L. L. I., Zapata B. G. J. y Ortega R. L. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Téc Pecu Méx.* 38(2):105-117.
- Shelton H. M., Franzel S. and Peters M. 2005. Adoption of tropical legume technology around the world: analysis of success. *Tropical Grasslands.* 39:198-209.
- Zapata B. G., Bautista Z. F. y Astier C. M. 2009. Caracterización forrajera de un sistema silvopastoril de vegetación secundaria con base en la aptitud del suelo. *Téc Pecu Méx.* 74(3):257-270.

CONCENTRACIÓN DE GLOMALINA Y CARBONO EN SUELOS DE PASTIZALES CON DIFERENTE CONDICIÓN EN CHIHUAHUA

GLOMALIN AND ORGANIC CARBON IN SOILS WITH DIFFERENT RANGE CONDITION IN CHIHUAHUA

Regina Carrillo¹, Pedro Jurado¹, Celia Holguín²

¹Sitio Exp. La Campana-INIFAP, ²Fac Zootecnia UACH

Resumen

Las micorrizas se encuentran en la naturaleza en asociación con la mayoría de las especies vegetales. Estos organismos producen una proteína denominada glomalina, la cual protege la degradación del carbono almacenado en el suelo. El objetivo fue medir el contenido de glomalina y carbono en suelos de tres tipos de pastizales y diferente condición en Chihuahua, México. Se tomaron muestras de suelo debajo de plantas de zacate y a dos profundidades de suelo 0-15 cm y 15-30 cm en tres parcelas de campo por sitio. Se tomaron seis muestras de suelo por parcela y se tomo una muestra compuesta para análisis químico. El análisis de carbono se hizo con analizador elemental LECO y la glomalina con el método Bradford. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza. Los resultados mostraron que el pastizal amacollado abierto en condición excelente presentó un mayor ($P \leq 0.05$) contenido de glomalina con 3.7212 mg g^{-1} de suelo que el pastizal en condición pobre con 1.3361 mg g^{-1} de suelo. Similarmente, el pastizal halófito en condición buena mostró un contenido de glomalina menor ($P \leq 0.05$) con 0.5176 mg g^{-1} de suelo que el pastizal en condición excelente con 3.1056 mg g^{-1} de suelo. En el pastizal mediano abierto el contenido de glomalina fue 1.90 mg g^{-1} de suelo en el sitio en condición pobre y disminuyó ($P \leq 0.05$) hasta 0.9 mg g^{-1} de suelo en el sitio con condición buena. Los pastizales en mejor condición presentaron mayores contenidos de glomalina. El estudio de esta proteína sirve para explicar el flujo de carbono en suelo.

Palabras Clave: glomalina, carbono, profundidad suelo, pastizales

Introducción

Allen *et al.* (1991) mencionaron que el 80% las plantas forman éstas asociaciones con micorrizas. Estos hongos producen una glicoproteína (o conjunto de proteínas) que Wrigth *et al.* (1996) denominaron glomalina. Rilling *et al.* (1999) mencionan que la glomalina protege de la degradación al carbono que es capturado. En la medida que el suelo se degrada se va destruyendo la proteína y por lo tanto se pierde el carbono (Rilling *et al.*, 2006).

Además Rilling *et al.* (2003) observaron que el 27% del carbono en suelo estaba ligado a esta proteína, es el principal reservorio de carbono en suelo (Wrigth *et al.*, 1996). Anteriormente se consideraba que los ácidos húmicos era los principales reservorios de carbono (C) en suelo sin embargo solo contiene un 8% (Nichols y Wrigth, 2006). Rilling *et al.*, (2003) han relacionado el contenido de glomalina con el tipo de uso que se le da al suelo. Sin embargo no se ha medido el contenido de glomalina en pastizales con diferente condición y su relación con el carbono en suelo.

El objetivo fue determinar el contenido de glomalina y carbono orgánico del suelo en dos profundidades en un pastizal mediano abierto, halófito abierto y amacollado abierto con diferente condición de pastizal en Chihuahua, México. Un segundo objetivo fue correlacionar el contenido de glomalina con los niveles de acumulación de carbono en el suelo. Los resultados de este trabajo pueden ser usados para explicar los procesos de captura de carbono en los pastizales del norte de México.

Materiales y Métodos

Se midió el contenido de glomalina en suelos de pastizales del estado de Chihuahua, México el muestreo se realizó en noviembre de 2010. Los tipos de vegetación de pastizal donde se hicieron los muestreos fueron: Pastizal amacollado abierto (Sitio Cm22). En este sitio se pueden encontrar gramíneas con zacate banderilla (*Bouteloua curtipendula*) y navajita velluda (*B. hirsuta*) (COTECOCA, 1978). La topografía es de laderas y lomeríos altos y medianos. La textura del suelo varía de franco arenosa a areno-arcillosa. El clima es seco templado con verano cálido la precipitación media fluctúa ente 300-400mm. Este sitio se localiza cerca de la Sierra Madre Occidental en los municipios de Casas Grandes, Galeana, Buenaventura, Chihuahua, Riva Palacio, Cuauhtémoc, Gran Morelos, General Trias y Belisario Domínguez (COTECOCA, 1978). El muestreo se hizo en un ejido con condición pobre y en un rancho con condición excelente. La composición florística en el ejido mostró especies predominantes como la oreja de ratón (*Dichondra argentea*) y zacates *Panicum* sp, la condición de este sitio fue pobre. En el rancho la condición fue excelente y las especies dominantes fueron navajita, liendrilla (*Mulenbergia rigida*) (Jurado *et al.*, 2011).

El pastizal halófito abierto (sitio Cbu23). Las especies mas abundantes son zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), jigüite (*Eragrostis obtusiflora*) y ocasionalmente zacate navajita y pelillo (*Muhlenbergia repens*). La textura del suelo varía de areno-limosa a franco-arcillosa. El clima es muy seco templado con una precipitación anual ente 250 a 300mm. Localizado en la región central del Estado (COTECOCA, 1978) dentro del municipio de Chihuahua en la cuenca cerrada de Ojo Laguna y Encinillas. La composición de plantas mostró que los zacates dominantes fueron zacatón alcalino y zacate jigüite en ambos sitios, el ejido con condición buena y un rancho con condición excelente (Jurado *et al.*, 2011).

El pastizal mediano abierto (Sitio Cb24). Las especies presentes en este sitio de acuerdo a COTECOCA (1978) son navajita, tres barbas (*Aristida* spp) y navajita velluda. La topografía es de terrenos planos a lomeríos bajos. La textura del suelo presente es de franco-arenosa a arcillo-arenosa. El clima es seco templado y la precipitación media anual es de 300mm anuales. Este sitios se puede encontrar desde el sur del municipio de Ascensión hasta el norte de de Chihuahua, incluyendo municipios de Galeana, Buenaventura, Villa Ahumada, Galeana y Coyame (COTECOCA, 1978). La evaluación de estos sitios se realizó en el municipio de Chihuahua y en el municipio de Villa Ahumada ambos en Chihuahua. En el pastizal en el ejido la composición florística las plantas dominantes fueron cola de zorra (*Brickellia spinulosa*), *Guillemina densa* y *Haplopappus gracilis* y zacate navajita con una condición pobre (Jurado *et al.*, 2011). En el pastizal del rancho las especies dominante fueron navajita, tres barbas con una condición buena (Jurado *et al.*, 2011).

Las muestras de suelo se tomaron en parcelas de campo con tres transectos de 50 m cada una. En cada transecto se colectaron 2 muestras debajo del zacate dominante una de 0-15 cm y otra de 15-30 cm con una barrena de 8 cm de diámetro. Las muestras de suelo se pasaron por una criba de 1mm. Se formó una muestra compuesta de los tres transectos en cada parcela para análisis químico.

El análisis de carbono se hizo utilizando un analizador elemental LECO que utiliza combustión para determinar el porcentaje de carbono orgánico del suelo. El carbono se expresó en porcentaje de carbono en suelo.

El análisis de glomalina se hizo en dos etapas: la extracción y cuantificación de la proteína. Para la extracción se pesó 1 g de suelo y se colocó en tubo Nalgene de 50 ml y se añadieron 8 mL de pirofosfato de sodio (Sigma) 40mM a un pH de 9.0. Los tubos se colocaron en una autoclave Marca Stereoclave a 121 °C por 60 minutos. Cuando los tubos se enfriaron se centrifugaron a 5000 g por 20 min. El proceso se repitió hasta que el sobrenadante presentó un color amarillo paja. El sobrenadante se conservó en el refrigerador hasta su análisis. La cuantificación se realizó mediante el método Bradford (Bio-Rad Protein Assay) (Bradford, 1976, Wright, *et al.*, 2006). Para la lectura se utilizó un espectrofotómetro Thermospectronic Génesis 2020 a una longitud de onda de 595 nm, la concentración de glomalina se expresó en mg/g de suelo (Wright, 1996).

Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza. Además, los datos de glomalina de suelo se correlacionaron con los datos de contenido de carbono del suelo obtenidos por Jurado *et al.* (2011) en los mismos sitios a través del método de Pearson.

Resultados y Discusión

Los resultados mostraron que el pastizal amacollado abierto con condición excelente presentó un contenido mayor ($P \leq 0.05$) de glomalina con 3.5552 mg g⁻¹ de suelo que en condición pobre con 1.3361 mg g⁻¹ de suelo. Estos resultados concuerdan con los reportados por Wright *et al* (2006) en Colorado donde los contenidos de glomalina en suelo fueron desde 2 hasta 6 mg g⁻¹. Este tipo de vegetación fue el que presentó las mayores concentraciones de glomalina en suelo, lo cual podría deberse a que la precipitación media anual es de 400 mm al año superior a las otras localidades.

El Cuadro 1 también muestra los contenidos de glomalina en pastizal halófito. Los valores incrementaron ($P \leq 0.05$) con 0.5176 mg g⁻¹ en el pastizal con condición buena hasta 2.4128 mg g⁻¹ en condición excelente. En este tipo de vegetación también se observa que el contenido de glomalina es mayor en la medida que la condición del pastizal es mejor. En un muestras de suelo colectadas en Texas el promedio de glomalina en pastizales fue 3.3 mg g⁻¹ (Wright *et al.*, 1996) y también indican que la concentración de ésta proteína depende de las practicas de manejo que se le da a los predios.

En el pastizal mediano abierto el contenido de glomalina fue 2.2764 mg g⁻¹ en el sitio con condición pobre y disminuyó ($P \leq 0.05$) hasta 1.8321 mg g⁻¹ en el sitio con buena condición. Estos resultados contradicen los antes mencionados donde los contenidos de glomalina y de carbono son mayores en los pastizales con condición bueno y/o excelente. Ambos sitios se encuentra alejados por lo que es posible que la precipitación en ambas localidades es diferente lo cual se refleja en el contenido de glomalina y de carbono.

Cuadro 1. Contenido de glomalina en suelos de diferente tipo de pastizal con diferente condición en Chihuahua.

Tipo de vegetación	Condición	Glomalina (mg g ⁻¹ de suelo)	Carbono Orgánico (%)
Pastizal amacollado abierto	Pobre	1.3361b*	1.0790b
	Excelente	3.5552 ^a	2.2205a
Pastizal halófito abierto	Buena	0.5176b	0.5443b
	Excelente	2.4128 ^a	0.9003a
Pastizal mediano abierto	Pobre	2.2764 ^a	1.0400a
	Buena	1.8321 ^a	0.6305b

*Medias con letras similares dentro de tipo de vegetación y condición son similares estadísticamente (P≤0.05).

En el Cuadro 2 se muestra que en los pastizales amacollado y halófito abierto se observan diferencias entre profundidad de suelo. Este resultado concuerda con los resultados de Rilling *et al.* (2003) en el que se presenta un descenso en la concentración de la proteína a mas profundidad de suelo. Sin embargo, también se observa que la glomalina se puede encontrar a mayor profundidad (Seguel *et al.*, 2008). En el caso del pastizal mediano abierto la concentración de glomalina también es menor a mayor profundidad pero no muestra significancia, lo cual puede ser resultado de la erosión del suelo.

Cuadro 2. Contenido de glomalina en pastizales de Chihuahua, a diferente profundidad de suelo.

Tipo de vegetación	Profundidad de suelo (cm)	Glomalina mg g ⁻¹ en suelo
Pastizal amacollado abierto	0-15	2.714 ^{a*}
	15-30	2.176 ^b
Pastizal halófito abierto	0-15	2.453 ^a
	15-30	1.170 ^b
Pastizal mediano abierto	0-15	2.194 ^a
	15-30	1.914 ^a

*Medias con letras similares dentro de tipo de vegetación y condición son similares estadísticamente (P≤0.05).

En el Cuadro 3 se puede observar que en los sitios con mejor condición existe una mayor correlación entre glomalina y carbono. Esto sugiere que a medida que se conserva un pastizal la glomalina presente en el suelo capta carbono. En el pastizal mediano abierto los resultados fueron muy diferentes a los otros tipos de vegetación. Comis (2008) menciona que evitar el sobrepastoreo incrementa los niveles de esta proteína en el agostadero.

Cuadro 3. Correlación Glomalina-Carbono (G-C) en pastizales de Chihuahua con diferente condición.

Tipo Pastizal	Condición	Correlación G-C
Amacollado abierto	Buena	0.268 P=0.400
	Excelente	0.734 P>.0007
Halófito abierto	Buena	0.576 P=0.050
	Excelente	0.830 P>0.001
Mediano abierto	Pobre	0.075 P=0.817
	Buena	0.115 P=0.723

Conclusiones

Los pastizales amacollado y halófito en mejor condición presentaron mayor concentración de glomalina y carbono orgánico. El pastizal mediano abierto presentó resultados variables en glomalina y carbono orgánico. La glomalina y el carbono orgánico del suelo disminuyeron con la profundidad de suelo en los pastizales amacollado y halófito, mientras que en el pastizal mediano no hubo efecto.

Se considera importante realizar otros estudios sobre glomalina en otros tipos de vegetación con el fin de observar la captura de carbono en el suelo.

Literatura Citada

- Allen, M.F. 1991. *The Ecology of Mycorrhizae*, Cambridge University Press, Cambridge. 184 pp.
- Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72: 248–54
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la determinación de los Coeficientes de Agostadero). 1978 Chihuahua. SARH. Subsecretaría de Ganadería.
- Comis, D .2008. Glomalin What is it ...and What Does it Do? .Agricultural Research. <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&hid=127&sid=bc456c3d-a0f2-4177-ad51-f153d319a30d%40sessionmgr114>
- Jurado P., Saucedo R., Morales C., Martines M., Alvidrez S. 2011. Almacén de Carbono en Suelos de Pastizales y Matorrales en Chihuahua. Folleto Técnico Núm 33. Sitio Exp. La Campana. INIFAP. SAGARPA
- Nichols, K.A., 2003. Characterization of glomalin—a glycoprotein produced by arbuscular mycorrhizal fungi. Ph.D. Thesis, University of Maryland, College Park, MD
- Nichols, K.A. and Wright S.F. 2006. Carbon and nitrogen in operationally defined soil organic matter pools. *Biology and Fertility of Soils.* 43(2):215-220.
- Rillig, M.C., Ramsey, P.W., Morris, S., Paul, E.A. 2003. Glomalin, an arbuscular-mycorrhizal fungal soil protein, responds to land-use change. *Plant and Soil* 253, 293–299.
- Seguel A., Rubio R., Carrillo R., Espinosa A. y Borie F. 2008. Niveles de glomalina y su relación con características químicas y biológicas del suelo (andisol) en un relicto de bosque nativo del sur de Chile. http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0717-92002008000100002&script=sci_arttext.
- Wright S., Rillig M., Nichols K. 1996. Glomalin: a soil protein important in carbon sequestration. http://web.anl.gov/PCS/acsfuel/preprint%20archive/Files/45_4_WASHINGTON%20DC_08-00_0721.pdf
- Wright, S.F., Upadhyaya, A. 1998. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil* 198, 97–107.
- Wright SF., Nichols K.A., Schmidt WF. 2006. Comparison of efficacy of three extractants to solubilize glomalin on hyphae and in soil. *Chemosphere* (64): 1219–1224.

RESTAURACIÓN DE ÁREAS ABANDONADAS AL CULTIVO CON ZACATE KLEIN EN LA REGIÓN SURESTE DE COAHUILA

RESTORATION OF ABANDONED LAND CROP WITH KLEIN GRASS IN SOUTHEAST REGION COAHUILA

David Castillo¹ y Mariano Narcia¹
¹*Campo Experimental Saltillo-INIFAP*
castillo.david@inifap.gob.mx

Resumen

Los agostaderos en la región sureste de Coahuila presentan altos niveles de deterioro, debido a varios factores entre ellos el manejo inadecuado, las condiciones climáticas adversas, a la proliferación de especies herbáceas y arbustivas indeseables para el ganado y a las grandes superficies abandonadas al cultivo, lo anterior ha provocado una disminución de la producción de forraje y de cobertura vegetal y por ende la falta de forraje para la alimentación de los hatos ganaderos, sobre todo en invierno y períodos de sequía. El objetivo del presente trabajo fue establecer un módulo de validación para la rehabilitación de áreas agrícolas abandonadas con zacate klein Selección 75. El módulo se estableció en el ciclo primavera verano de 2009, en una superficie de 1.0 ha localizado en el ejido Fermín, en General Cepeda, Coah., con una altitud de 1598 m.s.n.m, una precipitación promedio de 330 mm, en un área agrícola en desuso, con suelos altamente erosionados, con escasa vegetación (1 %) de cobertura, formada totalmente por especies indeseables para el ganado. Se validó la tecnología generada en el Campo Experimental Palma de la Cruz del INIFAP. Al inicio de la rehabilitación el sitio presentaba un coeficiente de agostadero de 42 ha/U.A./año. Después de dos años, se redujo a 1.79 ha/U.A./año y una producción de 2,738 kg MS/año, donde el agostadero pasó de una condición pobre a una excelente. Los resultados indican que el zacate Klein se adaptó y respondió exitosamente a las condiciones agroclimáticas de la región sureste de Coahuila.

PLABRAS CLAVES: Restauración, agostaderos, áreas abandonadas, zacate klein, forrajes, sureste de Coahuila.

Introducción

La producción ganadera en las zonas áridas y semiáridas en Coahuila, al igual que en otros estados del norte de México, es una actividad de gran importancia económica y social, donde en la mayoría de los casos, el agostadero constituye la fuente principal de forraje y la más económica para la alimentación del ganado doméstico en pastoreo (Ortega, 1999), sin embargo, en la región sureste de Coahuila, existen grandes superficies abandonadas al cultivo en las cuales la cobertura de pastos nativos es nula, mismas que pueden, mediante la implantación de praderas, reconvertir esos ecosistemas degradados, de nuevo a la producción ganadera, en donde la condición del agostadero se presenta de regular a pobre.

Los agostaderos en la región sureste de Coahuila presentan altos niveles de deterioro, debido al manejo inadecuado y a las condiciones climáticas adversas, lo que ha provocado una disminución de la producción de forraje y de cobertura vegetal, aumentando la superficie de suelo desnudo y la proliferación de especies herbáceas y arbustivas indeseables para el ganado y por ende la falta de forraje para la alimentación de los hatos ganaderos, sobre todo en invierno y períodos de sequía.

Algunos pastizales del sureste de Coahuila exceden su capacidad de uso, por lo que el ganado no cubre sus requerimientos de energía para mantenimiento, producción y reproducción, por

tal motivo, en su mayor parte, el ganado es alimentado con esquilmos de maíz, frijol y otros forrajes como nopal y maguey para satisfacer su alimentación (Castillo y Cano 2006; Castillo *et al.*, 2006).

Por lo anterior, es necesario rehabilitar y mejorar las áreas agrícolas abandonadas con la resiembra de gramíneas, con la finalidad de elevar la condición de las mismas, para que el ganado tenga la disponibilidad de forraje de buena calidad nutricional y ofrecer aporte de proteína y energía para enriquecer el alimento del ganado caprino en el agostadero durante todo el año. Así mismo, se pretende incrementar la cobertura vegetal de estos tipos de ecosistemas, además de permitir la conservación del agua y del suelo, ya que de esta manera, se reducirá en forma considerable los problemas de erosión en dichas áreas.

De acuerdo a los resultados de investigación realizados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) una de las gramíneas importantes para la rehabilitación de agostaderos degradados y marginales en zonas áridas y semiáridas es el zacate Klein Selección 75 (*Panicum coloratum* L.) (Osti y Beltrán, 2001 y Jiménez *et al.*, 2005), especie originaria de África que fue introducida a Texas en los años cincuentas, esta ha sido empleada como forraje para el ganado en pastoreo, tolerante a la sequía, buena palatabilidad y valor nutricional, resistente al pastoreo, además de presentar buen rebrote (Williams y Rodríguez, 2012 y Buffel Grass Seed Company Inc., 2011), el cual ha sido validado con gran éxito en praderas de temporal en el altiplano en San Luis Potosí (Osti y Beltrán, 2001).

El presente trabajo deriva de dos años de evaluación de una validación de tecnología para la rehabilitación de áreas agrícolas en desuso mediante la sustitución de cultivos agrícolas de baja productividad donde la cobertura de pastos y arbustivas nativas es nula, con la siembra de zacate Klein Selección 75 (*Panicum coloratum* L.).

Materiales y Métodos

La tecnología que se validó se tomó del Folleto para productores No. 24 titulado: Establecimiento y manejo de pasto Klein en el altiplano Potosino generada en el Campo Experimental Palma de la Cruz del CIRNE.INIFAP (Osti y Beltrán, 2001).

Previo al establecimiento del módulo, se seleccionaron las gramíneas con mayor potencial para producir forraje bajo las condiciones de la región sureste del estado de Coahuila. Además, con alto valor nutricional y buena aceptación por el ganado, tolerante a períodos prolongados de sequía y resistente al pastoreo. La especie seleccionada fue el zacate Klein Selección 75 (*Panicum coloratum* L.)

Selección del Sitio

La selección de los sitios potenciales para el establecimiento del módulo, se apoyó en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), mediante los cuales se combinaron capas de información o bases de datos que contienen atributos del medio físico como factores climáticos, edáficos, topográficos o de otro aspecto de la producción que pueda ser referido geográficamente; con ésta herramienta, se determinaron las áreas con potencial productivo en las que se podrían realizar actividades de resiembra para el establecimiento de la especie forrajera seleccionada (Martínez y Lara, 2003). Se eligieron los sitios con mayor probabilidad de éxito en

la resiembra, de tal manera que los resultados obtenidos se puedan extrapolar a áreas ecológicamente similares en ecosistemas de la región sureste del estado.

Además de utilizar los SIG para el establecimiento del módulo, se eligieron áreas en función de la pobre condición del agostadero, escasa cubierta vegetal, dominio de especies indeseables, áreas abandonadas al cultivo y suelos altamente compactados con baja capacidad de infiltración, altamente erosionados y nula presencia de pastos nativos.

Ubicación

Esta tecnología se estableció en ciclo primavera verano de 2009, en un módulo de 1.0 ha localizado en el ejido Fermín, en General Cepeda, Coah., ubicado a 25° 22' 07" Latitud Norte y 101° 19' 32" Longitud Oeste y una altitud de 1598 m.s.n.m, una precipitación promedio de 330 mm, con una pendiente del 2% y suelos altamente compactados, profundidad de 1.00 m, sin problemas de salinidad y una fuerte erosión hídrica, con escasa vegetación de alrededor del 1% de cobertura en relación a la superficie total del módulo, con baja diversidad florística formada en su conjunto por especies indeseables para el ganado como: hojaseñ, gobernadora, escalerilla y algunas cactáceas. La situación del agostadero del sitio antes de la rehabilitación era considerada como una condición pobre.

Preparación del sitio

En primer término, se realizó el trazo de las curvas a nivel de acuerdo al grado de la pendiente del terreno. La preparación del sitio consistió en la modificación de la superficie del suelo con prácticas culturales para modificar su estructura, con lo que se logró de reducir la compactación, fragmentar los terrones de gran dimensión, aumentar la infiltración de la precipitación y promover la aireación, esto con la finalidad de que se presenten las condiciones óptimas para el establecimiento de la especie a resembrar y asegurar su permanencia por varios años. Para lo cual, se barbechó de al menos 30 cm de profundidad, seguido de dos pasos de rastra para uniformizar el terreno.

Se levantaron bordos cada 10.0 m siguiendo la curva a nivel perpendiculares a la pendiente del terreno, los cuales se construyeron a una altura de 50 a 60 cm. Para su elaboración se realizaron varios pasos de arado hasta formar el bordo de tamaño adecuado.

La preparación del terreno se realizó dos meses antes del periodo de lluvias de verano, con la finalidad de que el sitio estuviera preparado con anticipación para la resiembra.

Siembra

La siembra de los pastos se realizó al inicio de la temporada de lluvias, que para esta región ocurre en mayo, cuando la tierra esté a capacidad de campo. Dicha actividad, se efectuó al voleo en forma manual, donde se esparció la semilla de manera uniforme sobre el terreno y posteriormente se proporcionó un paso de rasta con ramas, para que la semilla se incorporara al suelo, y evitar pérdida por el consumo de aves e insectos. La densidad de siembra fue de 4 kg/ha de semilla comercial de zacate Klein Selección 75. El módulo permaneció excluido al pastoreo o corte.

Parámetros evaluados

Los parámetros evaluados fueron: el índice de agostaderos antes y después de la siembra expresado en: ha/U.A./año y la producción del zacate en M.S./ha/año. Se realizó el cálculo para estimar el rendimiento de forraje, se llevaron a cabo muestreos dentro de la pradera, utilizando un cuadrante de acero de 1.0 m², se colocó el cuadrante sobre él y se cortó el forraje a ras del suelo dentro del mismo, y se depositó en bolsas de papel craft, y se dejó a la intemperie por 7 días. El rendimiento se obtuvo sacando la producción media del peso seco final de forraje (kg de MS/ha) por metro cuadrado, este valor se multiplicó por 10,000 m² su equivalente a 1 ha y el resultado se dividió entre 1000. La producción total de forraje estimada, se multiplicó por un factor de uso del 60%.

Resultados y Discusión

Al inicio de la rehabilitación de las dos praderas establecidas en este ejido presentaban un coeficiente de agostadero de 42 ha/U.A./año, de acuerdo a COTECOCA (1968). Después de dos años de evaluación se encontró que el coeficiente de agostadero para la pradera de zacate Klein Selección 75 disminuyó a 1.79 ha/U.A./año y una producción de 2.7 ton MS/año, con un factor de uso del 60%, lo que corresponde a mantener 6 vacas adultas/ha. Por lo que el agostadero pasó de una condición pobre a una excelente. Los resultados obtenidos, en relación a la materia seca, están dentro del rango de rendimientos reportados por Osti y Beltrán (2001) para el Altiplano Potosino, ellos reportan rendimientos entre 0.8 y 3 toneladas de forraje seco al año y son mayores los rendimientos de este trabajo a los reportados por Silva *et al.*, 1987 para el estado de Sonora en donde obtuvieron 0.4 ton al año. Por otro lado, las condiciones agroclimáticas del sitio de establecimiento del zacate Klein en este trabajo fueron las más adecuadas, ya que se adaptó y respondió exitosamente, y fueron semejantes a las áreas de siembra reportadas por Silva *et al.*, 1987; Osti y Beltrán, 2001 y Jiménez *et al.*, 2005.

Además se incrementó la cobertura vegetal en 96% exclusivamente de pastizal, a diferencia previa a la rehabilitación, donde la cobertura vegetal era del 1% pero exclusivamente de especies indeseables.

Conclusiones

Los resultados obtenidos mediante el uso de la tecnología demostró que el zacate Klein se adaptó y respondió exitosamente a las condiciones agroclimáticas de la región sureste de Coahuila, por lo que se pueden recomendar para las áreas agrícolas abandonadas al cultivo en la región.

Con la siembra de praderas de zacate Klein en áreas agrícolas abandonadas marginales es posible incrementar en un 90% la disponibilidad y la calidad forraje para la alimentación de los hatos de caprinos de la región, que se verá reflejado en el incremento de peso del ganado y por ende en el aumento de ingresos de los productores en el corto y mediano plazo, además al incrementar la cobertura vegetal, se reducirá los problemas de erosión hídrica y eólica.

Literatura Citada

- Buffel grass seed company Inc. 2011. *Panicum coloratum* L. Kleingrass Selection-75. http://www.buffelgrassseed.com/new_page_11.htm (Fecha de consulta 1 de septiembre de 2011).
- Castillo, Q. D. y Cano, P. A. 2006. Establecimiento y manejo de plantaciones comerciales de maguey para la extracción de aguamiel en el sureste de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 23. Coahuila, México. 23 p.

2da Reunión Internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal - 2012
Mesa de Trabajo: Pastizales y Forrajes

- Castillo, Q. D., Villarreal, Q. J. A. y Cano P. A. 2006. Identificación taxonómica de las especies del género *Agave* bajo cultivo en el sureste de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 26. Coahuila, México. 34 p.
- Jiménez, G. C.A., Maciel, P. L. H., González, C. F. y de Alba, A. A. 2005. Pastos introducidos en áreas de cultivo marginales y de baja productividad. Deplegable para productores Núm. 35. Centro de Investigación Regional Centro Norte. INIFAP. Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags. 2 p.
- Martínez, B.O.U. y Lara, G. G. J. 2003. Potencial productivo de áreas de temporal en el estado de Coahuila. Una Propuesta de Conversión Productiva. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Publicación Especial Núm. 1. Saltillo, Coah. México. 91 p.
- Ortega, R. L. 1999. Agostaderos. Gestión de Recursos Naturales. No. 15 Fundación Rockefeller en México. <http://www.laneta.apc.org/rock/index.html> (29 de Octubre 2008).
- Osti, L.C. y Beltrán, L. S. 2001. Establecimiento y manejo de pasto klein en el altiplano potosino. Folleto para productores Núm. 24. CIRNE-INIFAP, Campo Experimental Palma de la Cruz, San Luis Potosí, S.L.P. México 16 p.
- Silva, O.M.F., Ramírez, M. F., Martin, R.M. y Enríquez, C. E. 1987. Parcelas de adaptación y producción de zacates en el estado de Sonora. En Memoria Reunión de investigación pecuaria en México.
- William, R. O. y Rodríguez, O. 2012. Producción de pastos forrajeros: integración de especies forrajeras mejoradas en sistemas de producción ganadera en el sur de Texas. <http://cnrit.tamu.edu/cgrm/whatzhot/laredo/spanocumpaugh.html> (Fecha de consulta 8 de marzo de 2012).

LA RESIEMBRA DE PASTIZALES: UNA PRACTICA PARA REDUCIR LA DENSIDAD DE ALFOMBRILLA (*Drymaria arenarioides*).

GRASSLAND RESEEDING: A PRACTICE TO REDUCE ALFOMBRILLA (*Drymaria arenarioides*) DENSITIES.

¹Antonio H. Chávez Silva, ¹Carmelo Pinedo, ²Francisco González G. y ²Oscar Serna Beltrán

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH y ²Sitio Experimental La Campana INIFAP

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la resiembra en la densidad de plantas de alfombrilla. El trabajo se llevo a cabo en el Ejido Aldama en la Sección el Mimbres, en un área de pastizal mediano con deterioro y con presencia de alfombrilla, planta tóxica que causa la muerte al ser consumida por los animales domésticos. La resiembra se llevó a cabo la primera quincena del mes de agosto, se utilizó semilla del zacate lloron (*Eragrostis curvula*) con una densidad de 2.0 kg de spv/ha. Los tratamientos fueron: I Rastra + siembra, II Arado + siembra, III Banco + semilla y IV Palomas + siembra. La resiembra fue parcial en bandas. Se determinó la densidad de plantas y la similitud de comunidades antes y después de la resiembra. Los resultados obtenidos muestran diferencias en la densidad de plantas antes y después de la resiembra y entre tipos de plantas (gramíneas, herbáceas y arbustos) ($P < 0.05$) pero no entre camas de siembra. Los resultados obtenidos en la composición florística del área de estudio la constituía principalmente plantas anuales. La densidad de plantas se incrementó en todas las camas de siembra excepto en el tratamiento con palomas, la densidad después de la resiembra fue de 42 a 61 plantas/m². La densidad de alfombrilla se incrementó en la cama de siembra de arado y rastra no ocurriendo en los tratamientos de banco y palomas. El zacate lloron solamente se estableció en la cama de siembra de arado. Los efectos de la rastra en la composición de plantas son mayores que el resto de los tratamientos. Los resultados indican que las camas de siembra más convencionales como son la rastra y el arado incrementan las poblaciones de alfombrilla.

Palabras clave: resiembra, alfombrilla (*Drymaria arenarioides*), Chihuahua

Introducción

La alfombrilla es una planta nativa del estado de Chihuahua, identificada como hierba tóxica para el ganado, que provoca problemas de intoxicación con sequías prolongadas. Se estima que esta planta se encuentra distribuida en 1 millón de hectáreas en el estado de Chihuahua. Sperry y Walker (1957) reportaron que en 1955 y 1956, se perdieron en la región central del estado de Chihuahua cerca de 3,000 cabezas por intoxicación con alfombrilla. Desde los años 50's existe evidencia por parte de los ganaderos Chihuahuenses de los problemas que causa la alfombrilla en la ganadería. Las experiencias de manejo sobre esta planta fueron evidenciadas por Raynal (1961), quien manifestó que para reducir el consumo de alfombrilla es importante contar con disponibilidad de zacates de mayor palatabilidad. La resiembra como una herramienta para disminuir la población de especies menos deseables, fue evaluada por Morales *et al.*, (1988) y Esqueda (1999), quienes utilizaron la mezcla de los zacates llorón, garrapata, gigante y klein, con la finalidad de desplazar al zacate africano (*Eragrostis lehmanniana*). Los resultados mostraron que el porcentaje de plantas de zacate africano se redujo de un 90% a un 0.5%. Esqueda (1999) reporta otro estudio en el cual barbechó y rastreó 20 ha invadidas con zacate africano y luego fueron sembradas con zacate llorón y garrapata, encontró que los porcentajes del zacate africano se redujeron del 85% a un 3%. Este tipo de tendencias se reflejó en las demás plantas nativas, por lo que es de esperar que

con prácticas de mejoramiento se puede reducir las poblaciones de plantas tóxicas. Sin embargo otros autores indican que debido a que la alfombra crece al principio de la primavera y al final del otoño cuando los zacates están latentes, es poco probable que una barrera vegetativa o natural detenga la dispersión de esta planta tóxica hacia áreas donde las condiciones edáficas y climáticas favorezcan su crecimiento. No obstante, Melgoza (1984) afirma que por fuertes competencias que se dan entre las especies (agua, espacio y nutrientes), con una resiembra bien establecida existe la posibilidad de disminuir las proporciones de plantas tóxicas. En un estudio sobre la distribución de la hierba loca (*Astragalus spp*) Flores *et al.*, (1992), reportan que no existe una relación entre la densidad de esta planta con la condición del pastizal. Estos autores sugieren que es una especie no colonizadora cuya abundancia depende de factores climáticos más que al factor pastoreo. Sin embargo, algunas especies menos deseables e indeseables como el gatuño (*Mimosa biuncifera*) y el mezquite (*Prosopis glandulosa*) siempre estuvieron presentes en las localidades muestreadas. La gran mayoría de esas localidades tienen una condición pobre y es en estos tipos de vegetación en donde se distribuye la alfombra. Con base a lo anterior se llevó a cabo el presente estudio con el objetivo de evaluar la resiembra de pastizales para reducir las densidades de plantas de alfombra (*Drymaria arenarioides*).

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el Ejido Aldama, Cd. Aldama, Chihuahua, en la sección del Mimbres, localizado a una latitud $28^{\circ} 49' 22''$ N y longitud $106^{\circ} 02' 41''$ O. El área es un pastizal mediano con presencia de mezquite (*Prosopis glandulosa*) con alto grado de deterioro. Cuenta con una precipitación anual de 367 mm, una temperatura media anual de 20.3°C , a una altura de 1,431msnm. El área de estudio comprendió una superficie de 60 ha, que fueron protegidas al pastoreo con cerco. Se identificó los componentes vegetales con dos muestreos de punta de pie, para caracterizar la cobertura y composición florística. Se estableció una resiembra utilizando los siguientes tratamientos: I. Cama de siembra con Arado + Siembra, II. Cama de siembra con Rastra + Siembra, III. Banco de Semilla (Área sin aplicar herramientas + diseminación de semilla) y IV. Cama de siembra con Palomas + Siembra. La siembra se llevó a cabo el 3 de Agosto de 1998. Se realizó en bandas con curvas a nivel y se utilizó semilla de zacate llorón (*Eragrostis curvula*) con una densidad de 2.0 kg de spv/ha. Las camas de siembra se distribuyeron al azar. Previamente identificada el área de cada tratamiento se realizó un muestreo con 10 cuadrantes de 1 m^2 en tres repeticiones de cada cama de siembra para cuantificar la densidad de plantas, muestreo que se repitió al concluir la estación de crecimiento de la vegetación. Los datos obtenidos en las variables se sometieron a un análisis de varianza para probar diferencias entre tratamientos, el análisis de datos se realizó con el paquete estadístico SAS (1989) usando los Modelos Lineales Generales. La comparación de medias de los tratamientos se efectuó mediante la prueba de Tukey. Se aplicó el índice de similitud de Morisita-Horn para identificar la similitud de la vegetación antes y después de la resiembra (Ramirez, 2005).

Resultados y Discusión

Los resultados de la cobertura y composición florística se presenta en el Cuadro 1. Las gramíneas representan el 57.9 % de la composición florística, las herbáceas el 37.9 % y los arbustos el 4.17%. El análisis de varianza mostró diferencias ($P < 0.05$) para densidad de plantas entre tipos de plantas (gramíneas, herbáceas y arbustos) y entre densidades antes y después de los tratamientos (Cuadro 2 y 3). Los resultados de la resiembra se presentan en el Cuadro 3. El zacate llorón se estableció solo en la cama de siembra de arado con un promedio de 2.7 plantas/m^2 , este valor es muy bajo, un buen establecimiento para una resiembra se debe

considerar con un mínimo de 5 plantas/m². Lo anterior se le atribuye a que durante toda la estación de crecimiento solo se registró 92 mm de precipitación, el arado al tener una mayor penetración en el suelo causó mayor infiltración de la lluvia y favoreció el establecimiento del zacate lloron. En cuanto a la alfombra su densidad se aumentó en las camas de siembra de arado y rastra de 0.3 a 7 y 1.7 a 5 plantas/m² respectivamente (Figura 1). En el tratamiento Banco y Palomas la alfombra permaneció sin cambios. La gramínea con mayor cambio de densidad antes y después de la siembra fue *Bouteloua aristiroides* y la herbácea fue *Cassia leptadenia*. Al concluir la estación de crecimiento las camas de siembra presentaron similares densidades de plantas con 53, 61, 39 y 42 plantas/m² para arado, rastra, banco y palomas respectivamente.

Cuadro 1. Cobertura y Composición florística del área de estudio en el Ejido Aldama, Chihuahua.

Especie	% Cobertura	% Composición Florística.	Especie	% Cobertura	% Composición Florística.	Especie	% Cobertura	% Composición Florística.
Gramíneas			Herbacea			Arbusto		
<i>Bouteloua aristiroides</i>	17,15	50,2	<i>Amarantus spinosus</i>	1,03	2,8	<i>Acacia constricta</i>	0,06	0,17
<i>Bouteloua barbata</i>	2,00	5,7	<i>Cassia leptadenia</i>	5,03	13,8	<i>Prosopis glandulosa</i>	1,14	3,9
<i>Chloris virgata</i>	0,80	2,0	<i>Croton pottsii</i>	2,00	5,7	Otras		0,1
		57,9	<i>Drymaria arenaroides</i>	1,34	3,8			4,17
			<i>Euphorbia cinerascens</i>	0,37	1,1	Suma	34,5	100
			<i>Gomphrena nítida</i>	0,86	2,4	Suelo	65,5	
			<i>Parthenium hysterophorus</i>	1,42	4,0			
			<i>Sida procumbens</i>	0,46	1,6			
			<i>Solanum eleagnifolium</i>	0,36	1,2			
			<i>Tridestomia lauginosa</i>	0,36	1,2			
			Otras	0,01	0,05			
					37,9			

Cuadro 2. Densidad de plantas promedio para tipo de cama y entre tipo de plantas en el área de resiembra Ejido Aldama, Chihuahua.

	Arado	Rastra	Banco	Paloma	
Gramíneas	10.7	26.4	19.9	16.5	18.3a**
Herbáceas	42.8	33.4	19.3	25.6	29.5 ^a
Arbustos	0.2	2.0	0.4	0.3	0.7 ^b
	17.9 NS*	20.6	13.2	14.0	

*No existe diferencia (P> 0.05) entre camas de siembra ** Literales minúsculas diferentes indican diferencia (P< 0.05) en densidad de plantas entre tipo de plantas

Las herbáceas fueron las plantas más abundantes, seguida por las gramíneas y los arbustos estuvieron presentes en bajas densidades. La densidad de plantas fue mayor después de realizada la resiembra para los tratamientos rastra, arado y banco de semilla no ocurriendo para Palomas. Para la cama de siembra arado, *Cassia leptadenia* fue la especie con mayor establecimiento. Para el tratamiento rastra, Banco y Paloma los valores de mayor cambio fueron debidos a *Bouteloua aristiroides* (Cuadro 3). El índice de similitud de los componentes vegetales antes y después de aplicar la resiembra fueron de 55,52 y 50% para arado, banco y palomas y de 17% para rastra, en este último tratamiento la cama de siembra tuvo un mayor efecto en la aparición y desaparición de especies (Cuadro 4).

2da Reunión Internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal - 2012
Mesa de Trabajo: Pastizales y Forrajes

Cuadro 3. Densidad de plantas (M²) en áreas con diferentes camas de siembra en el Ejido Aldama, Chihuahua

Especie	Antes	Arado	Dif	Antes	Rastra	Dif	Antes	Banco	Dif	Antes	Paloma	Dif
Gramineas												
<i>Bouteloua aristiroides</i>	7,00	2,6	-4,40	19,4	9,40	-10,00	0,00	6,5	6,50	24,5	6	-18,5
<i>Bouteloua barbata</i>	4,60	1,6	-3,00	2,7	10,30	7,60	6,70	11,7	5,00	2	8,4	6,4
<i>Chgloris virgata</i>	0,00	0,6	0,60	1,7	4,70	3,00	0,00	1,7	1,70	0	1,4	1,4
<i>Eragrostis curvula</i>	0,00	2,7	2,70	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0	0
<i>Eragrostis intermedia</i>	0,30	2,8	2,50	0	2,00	2,00	0,60	0	-0,60	0	0,7	0,7
<i>Heteropogon contortus</i>	0,00	0,4	0,40	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0	0
Sub total	11,90	10,7	-1,20	23,8	26,40	2,60	7,30	19,9	12,60	26,5	16,5	-10
Herbaceas												
<i>Amarantus spinosus</i>	0,30	6,5	6,20	1,6	0,00	-1,60	0,00	0,4	0,40	0,7	0	-0,7
<i>Baileya multiradita</i>	0,00	1	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	1,2	1,2
<i>Cassia leptadenia</i>	4,30	15	10,70	7,7	15,70	8,00	0,00	0	0,00	3,6	10,7	7,1
<i>Croton pottsii</i>	2,00	1	-1,00	2,6	1,10	-1,50	3,75	4,4	0,65	2	3,7	1,7
<i>Drymaria arenaroides</i>	0,30	7	6,70	1,7	5,00	3,30	0,60	0,6	0,00	1,5	1,4	-0,1
<i>Euphorbia cinerascens</i>	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,40	0	-0,40	0,4	0	-0,4
<i>Gompherna nitida</i>	0,00	0,3	0,30	0,4	1,00	0,60	1,67	1,111111	-0,56	1	2,4	1,4
<i>Parthenium hysterophorus</i>	7,60	9,3	1,70	1,3	3,60	2,30	1,70	4,7	3,00	1,5	2,4	0,9
<i>Sida procumbens</i>	2,00		-2,00	2	3,60	1,60	2,40	5	2,60	1,5	2,7	1,2
<i>Solanum eleagnifolium</i>	1,00	0	-1,00	0	1,11	1,11	0,30	0,4	0,10	0,4	0,6	0,2
<i>Tridestomia lauginosa</i>	0,30	2,7	2,40	0	2,33	2,33	2,40	2,7	0,30	0,9	0,5	-0,4
Sub total	17,80	42,8	25,00	17,3	33,44	16,14	13,22	19,3111	6,09	13,5	25,6	12,1
Arbustos												
<i>Acacia constricta</i>	0,11	0,1	-0,01	1	1,00	0,00	0,20	0,2	0,00	0,2	0,2	0
<i>Cassia wislizenii</i>	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00		0,00	0	0	0
<i>Mimosa biuncifera</i>	0,10	0,1	0,00	0	0,00	0,00	0,11	0,1	-0,01	0,1	0,1	0
<i>Prosopis glandulosa</i>	0,11	0	-0,11	1	1,00	0,00	0,11	0,1	-0,01	0	0	0
Sub total	0,30	0,2	-0,10	2	2,00	0,00	0,42	0,4	-0,02	0,3	0,3	0
	30,3a**	53,9b		45,1a	63,8b		21,3a	40,0b		40,6a	42,7a	

** Literales minúsculas diferentes indican diferencia (P< 0.05) en densidad de plantas antes y después de cada tratamiento

Cuadro 4. Índice de Similitud antes y después de la aplicación de la práctica de resiembra.

INDICE DE SIMILITUD*	CAMA DE SIEMBRA			
	Arado	Rastra	Boleo	Palomas
Antes-Después	55.33	17.04	52.03	50.0
*Morisita y Horn				

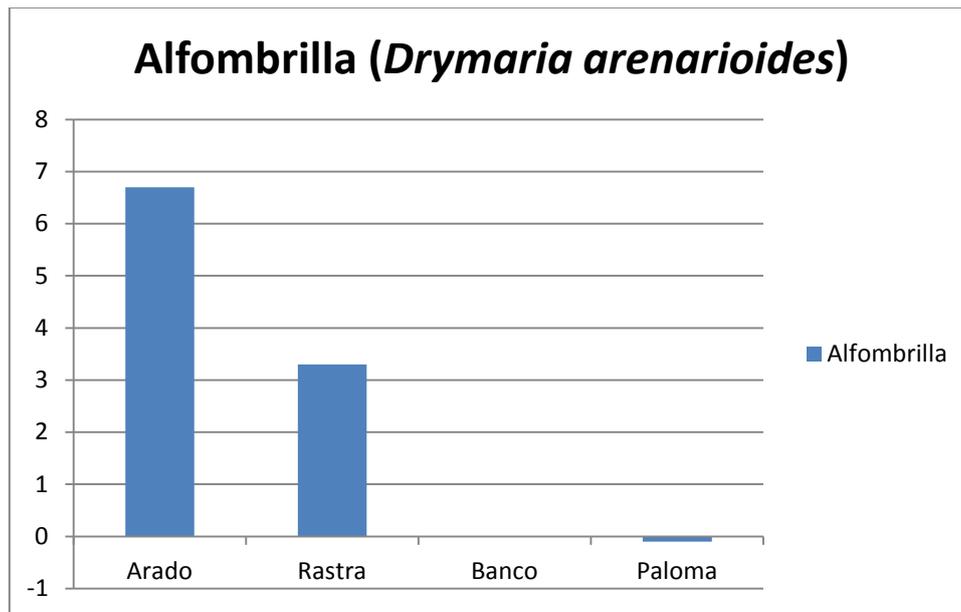


Figura 1. Diferencia de número de plantas de alfombrilla de los muestreos antes y después de la resiembra en las diferentes camas de siembra.

Conclusiones

La resiembra permitió bajos establecimientos del zacate lloron debido a la baja precipitación ocurrida en el área de estudio. La cama de siembra arado y rastra favorecieron el establecimiento de plantas de alfombrilla. Bajo las condiciones en que se desarrollo el estudio la resiembra no es la alternativa para reducir las poblaciones de alfombrilla.

Literatura Citada

- Esqueda, C. M. H. 1999. Ecología del zacate africano. Tópicos en manejo de pastizales. Facultad de Zootecnia. UACH. 95p.
- Flores, M. J., R. A. Saucedo y R. Escobar. 1992. Distribución y densidad de hierba loca en el estado de Chihuahua. X Simposio Internacional Sobre Ganadería. Las plantas tóxicas en los agostaderos conocimiento, manejo y control. SAGARPA-INIFAP
- Melgoza, G. 1984. Plantas tóxicas. Resúmenes de trabajo presentados el día del ganadero. 1984. Rancho Experimental La Campana. INIP-SARH.
- Morales, C. R., A. Melgoza y M. Esqueda. 1988. Patrones de crecimiento de cinco zacates forrajeros importantes en la resiembra de pastizales. Saltillo, Coah. Méx. SOMMAP. 1: 3-6.
- Ramirez, A. 2005. Ecología APLICADA. Diseño y análisis estadístico. Fundación Universidad de Bogota. 170-173p.
- Raynal, A. R. 1961. Personal experiences in grazing improvement in Chihuahua. J. Range Manage. 14: 316-317.
- SAS SAS/STAT. 1989. Users Guide version 3.1. SAS Institute Cary, NC, USA.
- Sperry, J. y A. H. Walker. 1957. Alfombrilla causing heavy losses to Livestock in Chihuahua, Mexico. Fort Worth Tex. The Cattle Man XLIII: 12.

ESPECIES VEGETALES ASOCIADAS CON ALFOMBRILLA (*Drymaria arenarioides*) EN ÁREAS DE PASTIZAL EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

ASSOCIATION OF VEGETATION PLANTS WITH ALFOMBRILLA (*Drymaria arenarioides*) IN RANGELANDS AT THE CHIHUAHUA STATE

¹Antonio H. Chávez, ¹Carmelo Pinedo, ²Francisco González G. y ²Oscar Serna Beltrán

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH y ²Sitio Experimental La Campana INIFAP

Resumen

El objetivo del trabajo fue identificar la asociación de alfombrilla con otros componentes vegetales y evaluar la similitud entre comunidades de pastizales en el estado de Chihuahua. En 13 sitios de pastizal con presencia de alfombrilla, se determinó la cobertura y composición florística. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de clúster o conglomerados filogenéticos y se aplicó el índice de similitud entre sitios muestreados. Las gramíneas y las herbáceas promediaron un 45 y 43% respectivamente. La similitud fue alta entre sitios de la misma región (Aldama, Sacramento y Flores Magón), excepto para los de la cuenca de Encinillas. La presencia de alfombrilla está fuertemente asociada con las gramíneas del género *Aristida* (tres barbas) y *Prosopis glandulosa* (mezquite). La densidad de alfombrilla no está relacionada con la presencia de gramíneas perenes.

Palabras clave: alfombrilla (*Drymaria arenarioides*), asociación vegetal, Chihuahua

Introducción

El género *Drymaria* incluye un grupo de 103 especies, subespecies, variedades, formas y cultivos (Duke, 1961). La alfombrilla corresponde a la familia *Caryophyllaceae*, subfamilia *Paronychioideae* y tribu *Polycarpeae*. Es una planta amacollada con aspecto de roseta pegada al suelo. Alcanza una altura de 20 a 25 cm y se comporta como una planta bianual o perenne de vida corta. Tiene tallos con ramificaciones y hojas fasciculadas con menos de 1 cm de largo, está cubierta de una gran cantidad de glándulas epidérmicas, que la hace pegajosa al tacto. El pétalo es de color blanco y las semillas de color café y las produce en forma abundante. La alfombrilla es una planta que se distribuye en México en diversos tipos de fisiografía, altitud, latitud, clima, suelo y condiciones de pastizal. Algunas plantas tóxicas son componentes naturales de los ecosistemas del pastizal. En el estado de Chihuahua las áreas en las que se ha identificado la presencia de la alfombrilla corresponden a los pastizales medianos abiertos, arborescente y arbosufrutescente, que ocupan una superficie de casi 3 millones de ha (COTECOCA, 1978). En el Estado de Chihuahua la alfombrilla se localiza a lo largo de una franja desde la esquina Noroeste, en la frontera con los Estados Unidos, hasta el Sur en Parral, pasando por los Valles Centrales a una altitud media de 1500 msnm (Blanco *et al.*, 1983; González, 1989; GRIN, 2007; Royo y Melgoza, 2001; Melgoza *et al.*, 2006). La alfombrilla se distribuye en el estado de Hidalgo, en la Sierra de Catorces en San Luis Potosí (González *et al.*, 2007), en la Sierra de los Órganos, en el Municipio de Sombrerete en Zacatecas (Enríquez *et al.*, 2003), en los matorrales de la región de San Martín Atexcal en Puebla, en La Sierra La Giganta en Baja California Sur (León *et al.*, 2008), en el norte del estado de Sonora (Martín *et al.*, 1989), en Nuevo León (Blanco *et al.*, 1983) y en Aguascalientes (Meagher, 2007). La alfombrilla también es reportada en el suroeste de los Estados Unidos (Bovey y Meyer, 1978) y Sur de Nuevo México, en aéreas colindantes con el estado de Chihuahua, México. El objetivo del presente trabajo fue identificar la asociación de la alfombrilla con otros componentes vegetales y la similitud entre comunidades de pastizales con presencia de

alfombrilla en el estado de Chihuahua.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en áreas de pastizal mediano y amacollado, distribuidos en la región central del estado de Chihuahua en los siguientes predios ganaderos: Sitio 1. Sitio Experimental La Campana, Sitio 2. Rancho El Comiteco, Sitio 3. Ejido el Faro, Sitio 4. Rancho El Ardillón, Sitio 5. Rancho El Muchacho, Sitio 6. Rancho La Esperanza, Sitio 7. Rancho La Tinaja, Sitio 8. Ejido Aldama (El Mimbres Norte), Sitio 9. Ejido Aldama (Mimbres norte), Sitio 10. Ejido Aldama (Mimbres sur), Sitio 11. Ejido Aldama (resiembra sur), Sitio 12. Sacramento y Sitio 13. Riviera del Sacramento (Cuadro 1). Los sitios fueron seleccionados con base a información de la presencia de alfombrilla en predios ganaderos. Para determinar la cobertura y composición florística de los sitios se realizaron muestreos de la vegetación con el método de Punta de pie 500, modificado en 1000 (Ibarra, 1980), durante los meses de octubre a diciembre al concluir la madurez de la vegetación. El análisis de datos se realizó con el paquete estadístico SAS (1989) usando los Modelos Lineales Generales. Se desarrolló un diagrama de árbol con el análisis de clúster o aglomerados filogenéticos. Se aplicó el índice de similitud de Morisita-Horn para identificar la similitud de la vegetación entre sitios muestreados (Ramírez, 2005).

Resultados y Discusión

Los resultados de composición florística para gramíneas, herbáceas y arbustos se presenta en el Cuadro 1. Los componentes florísticos de los 13 sitios de muestreo suma un total de 56 especies, de las cuales 22 corresponden a gramíneas, 28 herbáceas y 6 arbustos. La cantidad de especies es baja, comparado con los datos de Royo *et al.* (2008), que reportan 235 especies para pastizales amacollados y 237 en pastizales medianos. La diferencia se debe a que en la mayoría de las áreas de muestreo la condición del pastizal fue pobre. El sitio 1, 2 y 10 promediaron los valores más altos en la composición de gramíneas con 90.3, 72.2 y 70.3%, respectivamente. Las gramíneas con mayor abundancia fueron *Bouteloua aristiroides*, *Aristida spp* y *Bouteloua barbata* con un 13.6, 8.5 y 5.2%, respectivamente. Las gramíneas para todos los sitios promediaron un 45%. Las herbáceas fueron los componentes florísticos de mayor importancia después de las gramíneas con un 43.5%. *Drimaria arenaroides* y *Sida procumbens* promediaron valores de 9.5 y 7.1 % de la composición, respectivamente. El resto de las herbáceas presentaron valores bajos. Los arbustos fueron los componentes florísticos en menor importancia con un total de 11.4%. El mezquite y el gatuño fueron los de mayor abundancia.

En el Cuadro 2 se presenta los índices de similitud de las diferentes comunidades vegetales incluidas en el muestreo. Para los sitios 4, 5, 6 y 7 se presenta similitudes del 60 al 80% que corresponden geográficamente al área del municipio de Ricardo Flores Magón. Con índices de similitud entre el 70 y 95% se registró para los sitios 8, 9, 10 y 11 que están ubicados en la región de Aldama. Los sitios 12 y 13 que corresponden a la zona de Sacramento su índice de similitud fueron de 62%. Los sitios 1, 2 y 3 ubicados en la cuenca de Encinillas, los índices de similitud son bajos, la diferencia se atribuye a que el Sitio 1 presenta una condición buena, el Sitio 2 una condición pobre y el Sitio 3 una condición regular.

2da Reunión Internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal - 2012
Mesa de Trabajo: Pastizales y Forrajes

Cuadro 1. Composición florística de gramíneas, herbáceas y gramíneas (%) en los diferentes sitios de muestreo.

Especie/Sitio	S 1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	Media
Gramíneas														
<i>Aristida spp</i>	9,4	10	25	17,4	18,6	13,9	12,1	0	0	0	0	0,5	4,34	8.55
<i>Botriochloa barbinodis</i>	1	0,5	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.30
<i>Bouteloua aristiroides</i>	0	0	0	1,1	0,6	0	0	22,5	47,2	52,6	53,2	0	0	13.63
<i>Bouteloua barbata</i>	0	0	0	6,7	9,7	8,9	0	15	6,4	16,2	5	0	0	5.22
<i>Bouteloua curtipendula</i>	0,1	0	5	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,1	3,6	0.71
<i>Bouteloua eriopoda</i>	9	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.07
<i>Bouteloua gracilis</i>	3	0	1	1,1	6,9	0,6	1	0	0	0	0	0	0	1.04
<i>Bouteloua hirsuta</i>	25	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.15
<i>Brotriochloa barbinodis</i>	0	0	0	2,8	0,6	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0.46
<i>Chloris submutica</i>	0	0	0	1,1	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0.13
<i>Chloris virgata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0.30
<i>Digitaria californica</i>	0,1	0,2	0,2	2,2	3,4	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0.67
<i>Eragrostis curvula</i>	0	0	30	0	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0	2.39
<i>Eragrostis intermedia</i>	0	0	0	0	0	0	0	1,1	0	1,5	0	0	0	0.20
<i>Eragrostis lehmanniana</i>	0,7	12	3	2,2	2,7	4,7	24	0	0	0	0	0	0	3.79
<i>Erioneuron pulchellum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07
<i>Leptoloma cognatum</i>	3	1,5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.57
<i>Lycurus phleoides</i>	39	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.23
<i>Heteropogon contortus</i>			0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
<i>Scleropogon brevifolium</i>	0	0	0	3,9	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0.39
<i>Sporobolus giganteus</i>	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
Sub total	90,3	30,2	76,2	39	43,1	34,7	37,6	39,7	57,6	70,3	58,2	0,6	7,94	45.03
Herbáceas														
<i>Allonia incamata</i>	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
<i>Amarantus spinosus</i>	0	0	0	3,9	2	2,3	5,2	1,1	4	0	1,6	0	0	1.54
<i>Aphanostephanus ramosissimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,67	0	0.35
<i>Baileya multiradiata</i>	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	4,6	2,3	0.56
<i>Cassia leptademia</i>	0	0	0	0	0	0	0	14	18,6	0	9,1	1,49	0	3.23
<i>Chilopsis linariis</i>	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0.11
<i>Croton pottsii</i>	0,6	0,5	2	0	0	0	0,5	6,4	6,4	7,3	5	10,1	10,8	3.81
<i>Crypthanta sp</i>	0	0	0	0	3,4	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	0.49
<i>Cucurbita fuetidisima</i>	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08
<i>Drimaria arenaroides</i>	0,2	28	0,3	24,7	14,6	21,9	17,3	1,1	4	1,5	3,75	3,16	3,6	9.54
<i>Euphorbia cinerascens</i>										0,8	1,5	0	1,8	1.02
<i>Evolovulus nutalianus</i>	0,5	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	5,42	0	0.47
<i>Gonferna nitida</i>	0	0	0	0	0	0,6	2	0	0,8	2,4	1,8	0	0	0.58
<i>Halopapus sp</i>	0	0	0	3,3	3,4	1,5	5,2	0	0	0	0	0	0	1.03
<i>Nama parvifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,1	32,3	3.10
<i>Oenothera albicaulis</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
<i>Oligomeris sp</i>	0	0	0		1,3	1,5	2	0	0	0	0	0	0	0.40
<i>Parthenium hysterophorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	24,6	3	4	3,2	0	0	2.67
<i>Plygonum sp</i>	0	0	0	8,9	9	4,7	5,2	0	0	0	0	0	0	2.13
<i>Portulaca pilosa</i>	0	0	0	1,6	1,3	1,2	1,5	0		0	0	0	0	0.46
<i>Sida procumbens</i>	0,3	0,3	0,1	9,5	6,2	16,4	16,3	6,4	4,8	5,7	3,2	5,84	17,5	7.11
<i>Solanum eleagnifolium</i>	0	0	0,5	0,5	0	1,5	2	3,2	0	0,8	2,5	3,74	1,3	1.33
<i>Tribolus sp</i>	0	0	0	2,8	0,6	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0.37
<i>Tridestomia launginosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	1,1	0	5,7	2,5	0	0	0.71
<i>Xantocephalum sarothrae</i>	5,6	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.35
<i>Zinnia grandiflora</i>	0,3	0,1	1	0	0	1,6	0	0	0	0	0	0,10	1,1	1.33
Otras	0	0	0	3,7	0	0,6	0,7	0	0	0	0,1	0	0	0.39
Sub total	7,5	44	14,1	61	41,8	55,3	62,4	57,9	41,6	28,2	34,2	47,2	70,7	43.53
Arbustos														
<i>Acasia constricta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0,52	0,05	0	0	0.09
<i>Brickellia spinulosa</i>	1,5	14	8	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	1.85
<i>Ephedra trifurca</i>	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.46
<i>Mimosa biuncifera</i>	0	11,8	0	0	0	0	0	0,3	0	0,24	0	20,7	20,3	4.10
<i>Prosopis glandulosa</i>	0	0	0	0	13,9	10	0	0,3	0,3	0,24	7,5	30,9	0,5	4.89
Otros	0,7	0	1,7	0	0	0	0	1,5	0,2	0,5	0	0,58	0,56	0.44
Sub total	2,2	25,8	9,7	0	15,1	10	0	2,4	0,8	1,5	7,5	52,1	21,3	11.41

Cuadro 2. Índices de similitud entre sitios con presencia de alfombrilla en el Ejido Aldama, Chihuahua

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
S1		17,5	36,2	9,83	11,84	8,16	7,56	0,35	0,024	0,24	0,17	0,8	2,5
S2			34	63,4	47,7	58	59,9	2,43	5,3	2	4,6	20,9	22,3
S3				30,3	34,7	25,3	24,5	3	0,6	0,6	0,5	2,21	8,2
S4					82,1	89,9	72,1	15,4	12,8	11,7	10,3	10	21,1
S5						87,7	59,9	16,3	10	11,7	12,6	37,9	16,5
S6							76,9	11	23,5	12,5	12,2	33,7	27,6
S8									72	67,4	15,8	9,3	11
S9										90,6	96,1	6,4	7,1
S10											95,2	5,2	7,5
S11												14,1	5,3
S12													61,9
S13													

El análisis de clústeres o aglomerados filogenéticos se presenta en la Figura 1. Alfombrilla guarda una alta asociación con las gramíneas del género *Aristida*, *Sida procumbens* y *Prosopis glandulosa*. El coeficiente de correlación entre gramíneas perenes y alfombrilla fue bajo ($r = 0.20$), lo que indica que la alfombrilla se presenta en diferentes condiciones de pastizal.

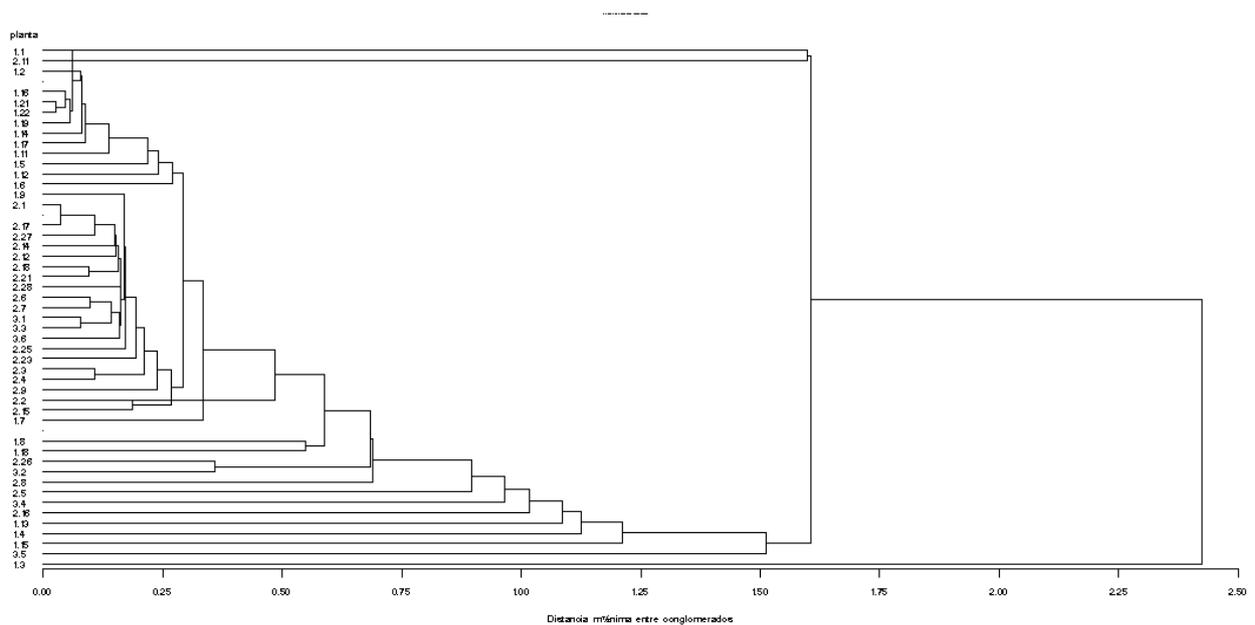


Figura 1. Diagrama de árbol para el análisis de clúster o aglomerados filogenéticos con alfombrilla (*Drymaria arenrioides*).

Conclusiones

1. Las gramíneas y las herbáceas aportan valores de la composición florística similares en los sitios con alfombrilla, con una diversidad baja.
2. Los sitios de muestreo guardan alta similitud entre regiones.
3. La presencia de alfombrilla esta fuertemente asociada con las gramíneas tres barbas y con mezquite.

Literatura Citada

- Blanco, E., I. D. Enríquez y M. E. Siqueiros. 1983. Las plantas tóxicas del estado de Chihuahua. Primera ed. La Prensa. Chihuahua, Chih. Mex.
- Bovey, R. W. y R. E. Meyer. 1978. Control of huisache with solid applied herbicides. *J. Range Manage.* 31:179-182.
- COTECOCA, 1978. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. COTECOCA. Memoria de coeficientes de agostadero del estado de Chihuahua. SARH. México, D.F.
- Duke, J. A. 1961. Preliminary revision of the genus *Drymaria*. *Ann. Missouri Bot. Gard* 48: 173-268.
- Enríquez, E. D., S. D. Koch y M. S. González. 2003. Flora y vegetación de la Sierra de Órganos, Municipio de Zacatecas México. *Acta Botánica Mex.* 64: 45-89.
- González, S. A. 1989. Plantas tóxicas para el ganado. Ed. Limusa. 108-110p.
- González, O., J. Giménez, J. García y J. R. Aguirre. 2007. Flórula vascular de la Sierra de Catorces y territorios adyacentes, San Luis Potosí México. *Acta Botánica Mex.* 78: 1-38.
- GRIN, 2007. Taxonomi for plants. Germplasm Resources Information Network. USDA. ARS, Beltsville Area.
- Ibarra, F. F. 1980. Método de transectos a pasos modificados 500 en 1000 para estimar cobertura y determinar condición de pastizales. *Serie Técnico Científica. Vol 1:37-41p*
- León, J. L., J. Rebman, M. Domínguez y R. Domínguez. 2008. La flora vascular y las relaciones florísticas de la sierra de La Giganta de Baja California Sur, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 29- 65.
- Martin, M. H., F. Ibarra, C. Carranza, M. A. Parra, M. F. Silva, L. R. Torres, et al. 1989. 20 años de investigación pecuaria en el CIPES. *Revista Rancho. Vol. 40: 24 p.*
- Meagher, W. L. 2007. Revisión y actualización del inventario de la flora espontanea del jardín botánico el Charco del Ingenio, San Miguel de Allende, Guanajuato Fascículo complementario XXVII. Conacyt y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 72: 38-129.
- Melgoza, A., C. R. Morales, J. S. Sierra, M. H. Royo, G. Quintana y T. Lebegue. 2006. Manual práctico para la identificación de las principales plantas en los agostaderos de Chihuahua. INIFAP. UGRCH. UACH. FPCH.
- Ramirez, A. 2005. *Ecología APLICADA. Diseño y análisis estadístico.* Fundación Universidad de Bogota. 170-173p.
- Royo, M. H. y A. Melgoza. 2001. Listado florístico del Campo Experimental La Campana y uso de su flora. *Téc. Pec. Méx.* 39: 105-125.
- Royo, M. H. y A. Lafón. 2008. Descripción fisiográfica, diversidad vegetal y de vertebrados en el Rancho Experimental La Campana. *Libro Técnico No 2.* 9-21p
- SAS SAS/STAT. 1989. *Users Guide version 3.1.* SAS Institute Cary, NC, USA.

CAMBIOS EN LA DENSIDAD DE PLANTAS DE ALFOMBRILLA (*Drymaria arenarioides*) CON LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD EN ÉPOCA DE SEQUÍA.

CHANGES IN ALFOMBRILLA (*Drymaria arenarioides*) PLANT DENSITIES WITH DIFFERENT MOISTURE REGIMENS DURING THE DRY SEASON.

¹Antonio H. Chávez Silva, ¹Carmelo Pinedo, ²Francisco González G. y ²Oscar Serna Beltrán

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH y ²Sitio Experimental La Campana INIFAP

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar la aplicación de láminas de agua, durante cuatro períodos en la densidad de plantas de alfombra durante la época de sequía. El estudio se llevó a cabo en el Ejido Aldama en la sección el Mimbres. Se aplicaron cuatro láminas de riego (10, 25, 40 y 55 mm), en cuatro frecuencias (fechas) con intervalos de 7 días. En cada tratamiento la densidad de plantas y contenido de humedad (a 0-5 y 5-10 cm) se cuantificó con 5 repeticiones en parcelas de 1m². Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico SAS. Los resultados obtenidos indican diferencia (P < 0.05) entre densidad de plantas y fecha de aplicación de humedad. La alfombra requiere niveles bajos de humedad para su emergencia y es tolerante a condiciones de sequía. La densidad de plantas disminuyó con el avance de la época de sequía debido a altas temperaturas registradas en el área de estudio.

Palabras clave: alfombra (*Drymaria arenarioides*), humedad, Chihuahua

Introducción

La variabilidad en los patrones y distribución de precipitación en las regiones áridas y semiáridas del Norte de México, son el principal factor que regula la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas de alfombra. Si se presentan condiciones de humedad invernal, durante el mes de mayo ocurren las primeras germinaciones de esta planta y su crecimiento y madurez se extiende hasta el mes de septiembre. Con las primeras bajas temperaturas la planta se empieza a secar, presentando una caída muy rápida de las hojas para luego desprenderse los tallos, de tal forma que para los meses de febrero a marzo no existen evidencias físicas de la planta en los suelos. Existe un escaso conocimiento sobre el comportamiento de los procesos hidrológicos en el suelo, con diferentes niveles de cobertura en tierras de pastizales cubiertas por hierbas y zacates (Zaragoza, 1994). Los cambios en precipitación tienen pequeños efectos en la humedad del suelo en áreas húmedas, pero en áreas secas el porcentaje de cambio de la humedad del suelo puede ser tan grande como el porcentaje de cambio en la lluvia (Chiew *et al.*, 1995). En las tierras de pastizal, la infiltración de la lluvia está fuertemente influenciada por el pastoreo de los animales domésticos y la fauna silvestre, las cargas altas o el sobre pastoreo incrementan el escurrimiento y la erosión del suelo y reducen la infiltración (Pluhar *et al.*, 1987; Gamougon *et al.*, 1984). El estudio autoecológico de alfombra realizado por Sánchez y Morton (1979), reportan que la germinación de la semilla está sujeta a la humedad y a la temperatura. Además presenta una latencia del 90% y se reduce después de 20 meses de haber sido cosechada. Las germinaciones altas ocurren entre los 14 a 25°C. Las plántulas son muy frágiles y no sobreviven a temperaturas extremas y períodos de sequía. Con temperaturas mayores de

32 °C se reduce el crecimiento y la floración. En años con buena condición de humedad algunas plantas tóxicas como la hierba loca puede estar presente en poblaciones desde 3,000 hasta 23,000 plantas/ha con coberturas de 8.8 a 17.3% respectivamente (Flores *et al.*, 1992). Cuando la densidad de plantas tóxicas es alta y la cobertura de especies forrajeras es baja, es importante considerar que los beneficios económicos pueden ser muy limitados. Los ganaderos necesitan convivir con las plantas tóxicas y establecer técnicas para disminuir las poblaciones de estas plantas y en particular de la alfombrilla. El objetivo del presente estudio fue evaluar la aplicación de láminas de agua, durante cuatro periodos en la densidad de plantas de alfombrilla durante la época de sequía.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el Ejido Aldama, Chihuahua. En la sección del Mimbres, localizado a una latitud 28° 50' 00" N y longitud 106° 04' 01" O. El área es un pastizal mediano con alto grado de deterioro, las especies vegetales más abundantes son: los zacates anuales *Bouteloua aristiroides* y *Bouteloua barbata*, las herbáceas *Cassia leptadenia*, *Croton pottsi*, *Parthenium hysterophorus* y *Sida procumbens*, los arbustos *Acacia constricta*, *Mimosa biuncifera* y *Prosopis glandulosa*. El área cuenta con una precipitación anual de 367 mm, una temperatura media anual de 20.3 °C, a una altura de 1,431msnm. El área fue seleccionada por presentar plantas de alfombrilla. Se aplicaron 4 laminas de riego (1. 10mm-10 l/m² en 11 min, 2. 25mm-25 l/m² en 27 min, 3. 40 mm-40 l/m² en 43 min y 4. 55 mm-55 l/m² en 60 min), cada 7 días iniciando el 24 de mayo. Los riegos se aplicaron en la misma parcela y las muestras de suelo para medir humedad fueron a 0-5 y 5 a 10 cm de profundidad. Con 5 repeticiones por tratamiento. La humedad se aplicó en cuadrantes metálicos de 1.0 X 1.0 m, con una altura de 20 cm, el cuadrante se introducía al suelo (10 cm) para evitar el escurrimiento del agua. Antes de la aplicación de la humedad se realizó un conteo de densidad de plantas. Los volúmenes de agua se ajustaron por los valores de saturación del suelo en base a la metodología descrita por Dingman (1994). Se determinó los contenidos de humedad del suelo antes de la aplicación de los volúmenes de agua a cada tratamiento y posteriormente cada 7 días incluyendo el área testigo. El contenido de humedad en el suelo se realizó por el método gravimétrico y las muestras de suelo se tomaron con el método de Dingman (1994). Las muestras fueron colocadas en recipientes de aluminio para un secado a 105 °C por 24 hrs. Los datos obtenidos en las variables se sometieron a un análisis de varianza para probar diferencias entre tratamientos, el análisis de datos se realizó con el paquete estadístico SAS (1989) usando los Modelos Lineales Generales. La comparación de medias de los tratamientos se efectuó mediante la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

Los resultados de la densidad de plantas se presentan en el Cuadro 1. Las gramíneas no estuvieron presentes en la composición florística, un total de 10 herbáceas fueron los componentes de la flora en el área de estudio. El análisis de varianza mostró diferencias (P<0.05) para densidad de plantas y fechas de riego (Cuadro 1). Las plantas que en promedio presentaron mayor densidad fueron *Nama parvifolia* y *Parthenium sp* con 2.99 y 2.69 plantas/m², respectivamente. La variación en densidad se debió principalmente a la tolerancia de las plantas a la sequía. La alfombrilla mantuvo la misma densidad de plantas en todo el periodo (0.37/m²) de estudio, *Croton pottsi* solo se presentó en el primer muestreo y no aparece en los demás, lo anterior se debe posiblemente a que esta planta tenga baja tolerancia a condiciones adversas. En general, la densidad de plantas fue menor a medida que avanzó la época de sequía.

Cuadro 1. Densidad de plantas en los diferentes periodos de muestreo en el Ejido Aldama, Sección el Mimbres, Chihuahua.

	Fechas				Prom
	24-may	01-jun	09-jun	16-jun	
<i>Nama parvifolia</i>	3,58	3,33	2,25	2,78	2,99 a
<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	0,23	0,22	0,07	0,58	0,28 c
<i>Drymaria arenaroides</i>	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37 c
<i>Solanum eleagnifolium</i>	0,48	0,63	0,32	0,23	0,42 c
<i>Evolvulus nutalianus</i>	0,30	0,44	0,55	0,03	0,33 c
<i>Zinnia grandiflora</i>	0,05	0,47	0,25	0,17	0,23 c
<i>Parthenium sp</i>	3,34	3,61	1,82	1,98	2,69 a
<i>Sida procumbens</i>	1,37	1,40	1,15	1,67	1,40 b
<i>Baileya multiradiata</i>	0,12	0,08	0,15	0,12	0,12 c
<i>Croton pottsi</i>	1,42	0,00	0,00	0,00	0,35 c
Prom	1,13 A	1,06 AB	0,69 B	0,79 AB	

Literales Mayúsculas diferentes indican diferencia ($P < 0.05$) entre fechas y literales minúsculas denotan diferencias entre plantas.

El análisis de la información indica que no se presentó diferencia ($P > 0.05$) entre laminas de riego. El contenido de humedad en el suelo para el 24 de mayo fue mayor a medida que se incrementó la lámina de riego de 2.0 a 11.0%. El contenido de humedad el 01 y 09 de junio en las parcelas testigo la humedad fue menor al 2.0%. Esta respuesta se le atribuye a que durante este período se registró la tasa más alta de evaporación entre 10 a 12 mm/d (Figura 2), debido a las altas temperaturas que promediaron valores de 36 a 40 °C (Figura 3). Dichas condiciones de sequia explica la tendencia en la disminución en la densidad de plantas entre fechas de muestreo y el no efecto de las laminas de humedad aplicadas. La alfombrilla presentó similar emergencia de plántulas con bajos y altos volúmenes de humedad (Figura 4), con altas temperaturas posiblemente se presento una termo inhibición.

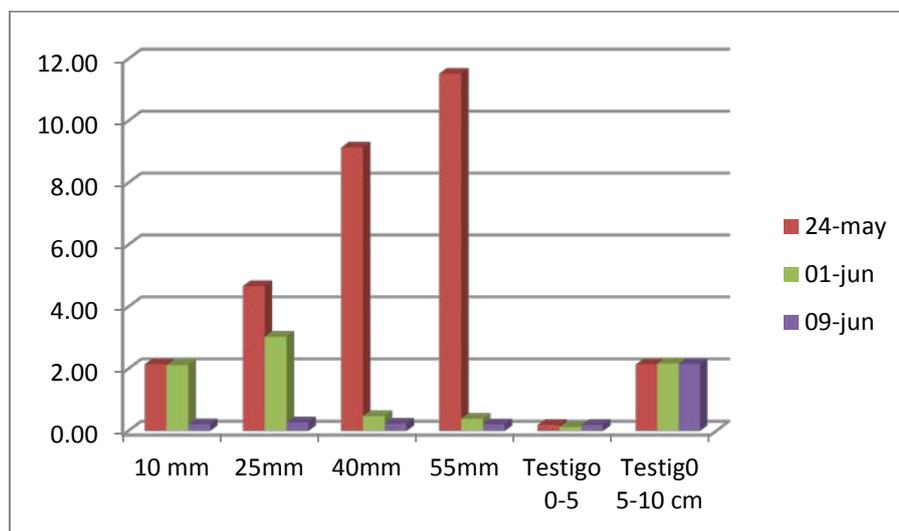


Figura 1. Contenido de humedad en suelo con diferentes aplicaciones de agua en diferentes fechas.

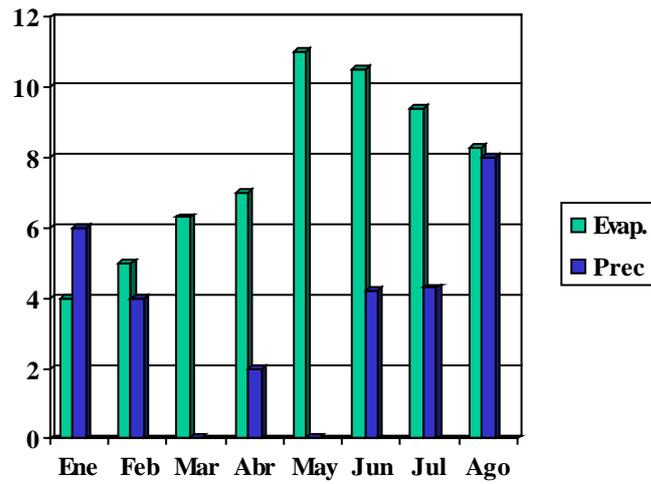


Figura 2. Precipitación y evaporación (mm) registrada en el área de estudio en el Ejido Aldama, Chihuahua.

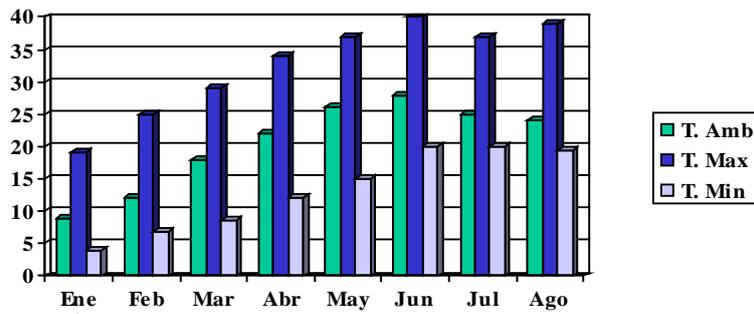


Figura 3. Temperatura (°C) registradas en el área de estudio en el Ejido Aldama, Chihuahua.

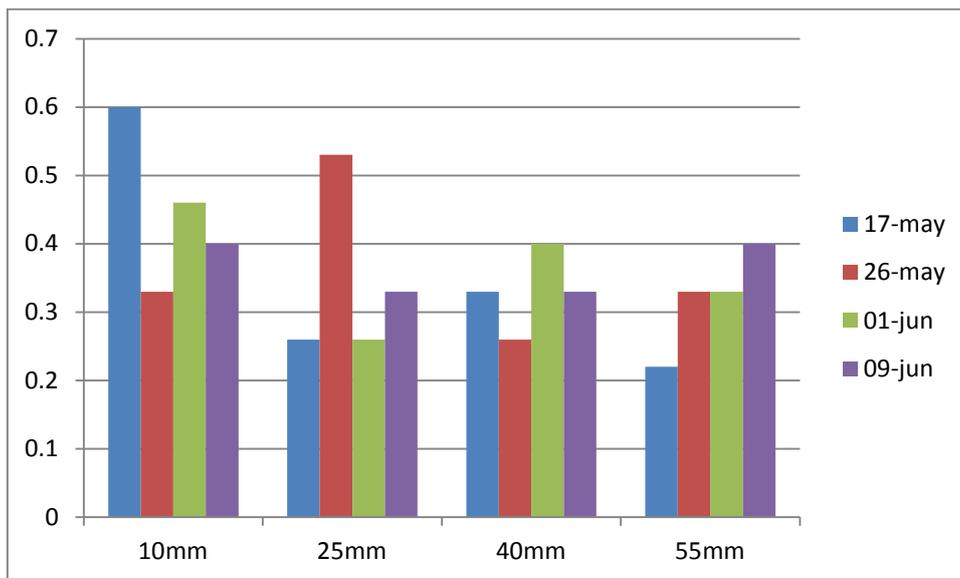


Figura 4. Densidad de plantas (No/m²) de alfombra con diferentes volúmenes de humedad en cuatro fechas de aplicación en el ejido Aldama, Chihuahua.

Conclusiones

1. La alfombra presenta emergencias con bajos niveles de humedad.
2. La alfombra presenta un alto grado de tolerancia a condiciones de sequía.
3. Los niveles de humedad en el suelo fueron bajos debido a las altas temperaturas registradas durante el periodo de estudio.

Literatura Citada

- Chiew, F., N. Kamaladasa., H. Malano, T. McMahon. 1995. Penman-Monteith, FAO-24 reference crop evapotranspiration and class-A pan data. Australia. Agric. Water Manage. 28: 9-21.
- Dingman, S. L. 1994. Physical hidrology. Macmillian Pub. Co. 575p.
- Flores, M. J., R. A. Saucedo y R. Escobar. 1992 Distribución y densidad de hierba loca en el estado de Chihuahua. X Simposio Internacional Sobre Ganadería. Las plantas tóxicas en los agostaderos conocimiento, manejo y control. SAGARPA-INIFAP.
- Gamougon, N. D., R. P. Smith, M. K. Wood, y R. D. Pieper. 1984. Soil, vegetation and hydrologic responses to grazing management at Fort Stanton, New Mexico. J. Range Manage. 37: 538.
- Pluhar, J. J., R. W. Knight y R. K. Heitschmidt. 1987. Infiltration rates and sediment production as influenced by grazing systems in the Texas Rolling plains. J. Range Manage. 40: 240-243.
- Sánchez, A. y H. L. Morton. 1979. Autoecología de alfombra (*Drymaria arenarioides* H.B.K.) Bol. Pastizales. X:2.
- SAS SAS/STAT. 1989. Users Guide version 3.1. SAS Institute Cary, NC, USA.
- Zaragoza, R. J. L. 1994. Magnitud de los procesos del ciclo hidrológico, factores que los influencia y sus consecuencias en algunos ecosistemas de tierras de pastizal. Programa especial No 200. Facultad de Zootecnia. UACH.

**PRODUCCION Y CALIDAD DEL FORRAJE EN VARIEDADES DE AVENA
EN EL ALTIPLANO DE TAMAULIPAS**

**YIELD AND FORAGE QUALITY OF OAT VARIETIES IN HIGHLANDS
TAMAULIPAS**

Manuel de la Garza*¹, Rubén D. Garza ¹ y Jaime Flores¹

¹*Campo Experimental Río Bravo-INIFAP delagarza.manuel@inifap.gob.mx*

Resumen

Las condiciones agroclimáticas adversas que prevalecen en el altiplano de Tamaulipas, hacen necesaria la búsqueda de nuevas alternativas forrajeras que puedan desarrollarse satisfactoriamente. El objetivo fue evaluar el rendimiento y calidad de materia seca en tres variedades de avena forrajera en el altiplano de Tamaulipas. El estudio se realizó en el ciclo P-V 2010 en Miquihuana, Tam. La siembra se realizó en seco en junio de 2010, en surcos a 17.5 cm de separación, a una densidad de siembra de 100 kg de semilla por hectárea. Las variedades evaluadas fueron Cuauhtémoc, Turquesa y CEVAMEX. La unidad experimental fue de 6 m². El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluó altura de planta (ALT), rendimiento de materia seca (RMS), ceniza y proteína cruda (PC). La información se analizó mediante el SAS y la comparación de medias con Tukey (P<0.05). Los mayores RMS fueron obtenidos en las variedades Cuauhtémoc y CEVAMEX (5.7 y 5.0 t ha⁻¹, respectivamente), superando a Turquesa (3.9 t ha⁻¹). La mayor ALT fue registrada en Cuauhtémoc y CEVAMEX (106 y 90 cm), y superior a Turquesa (78 cm). La PC fue similar (P>0.05) en todas las variedades con un promedio de 12.09%, mientras que para el contenido de ceniza los mayores valores fueron obtenidos en Cuauhtémoc y CEVAMEX (7.55 y 7.44%), superando a Turquesa (6.30%). Se concluye que las variedades Cuauhtémoc y CEVAMEX por su buen rendimiento y calidad forrajera, representan una alternativa para el establecimiento de cultivos forrajeros bajo condiciones de temporal en el altiplano de Tamaulipas.

Palabras clave: avena forrajera, variedad, materia seca, calidad.

Abstract

Adverse agroclimatic conditions prevailing in the highlands of Tamaulipas, make necessary the search of new forage alternatives that can be developed successfully under such conditions. The objective was to evaluate the yield and forage quality of three oats in the highlands of Tamaulipas. The study was conducted in the fall-winter cycles 2010 in Miquihuana, Tam. Sowing is done dry in June 2010, in rows 17.5 cm apart in a density of 100 kg of seed per hectare. The varieties evaluated were Cuauhtemoc, Turquesa and CEVAMEX. The experimental unit was 6 m². The experimental design was randomized blocks with four replications. We evaluated plant height (HEI), dry matter yield (DMY), ash and crude protein (CP). The information was analyzed using the SAS and mean separation with Tukey (p <0.05). The largest DMY were obtained in Cuauhtemoc and CEVAMEX varieties (5.7 and 5.0 t ha⁻¹, respectively), and lower in Turquesa (3.9 t ha⁻¹). Most ALT was recorded in Cuauhtemoc and CEVAMEX (106 and 90 cm, respectively),

and above Turquesa (78 cm). The CP was similar ($p > 0.05$) in all varieties with an average of 12.09%, while the higher ash content values were obtained Cuauhtemoc and CEVAMEX (7.55 and 7.44%, respectively), and lower in Turquesa (6.30%). We conclude that the varieties Cuauhtemoc and CEVAMEX, for good yield and forage quality, represent an alternative to the establishment of forage crops under rainfed conditions in the highlands of Tamaulipas.

Keywords: Oat forage, variety, dry matter, quality.

Introducción

En los sistemas de pastoreo de clima templado, la falta de forraje en invierno constituye uno de los problemas más serios que deben enfrentar los ganaderos. Las bajas temperaturas provocan un descenso en las tasas de crecimiento de las praderas perennes, de modo que estas tasas en invierno son por lo regular un 50% inferior a las que se presentan en primavera-verano (Vargas, 1995).

Los cultivos forrajeros anuales invernales constituyen una de las alternativas para enfrentar ese déficit de forraje. En México es frecuente el empleo de cultivos forrajeros invernales de corte (Jiménez, 1989).

En otros países es común el empleo de estos cultivos bajo pastoreo (Carámbula, 1986), sin embargo, en México la evaluación de cultivos forrajeros bajo pastoreo es más bien reciente (Payan y Chávez, 1992). La inclusión de cultivos forrajeros de pastoreo en un esquema de rotación con praderas las cuales constituye una de las vías más económicas para solucionar el déficit invernal de forrajes (Duran, 1986).

Los cereales son populares como forrajes anuales en las grandes planicies del norte de México, donde la avena (*Avena sativa* L.) se encuentran entre las especies de mayor importancia como cultivos forrajeros anuales en las zonas templadas y en los sistemas bajo riego de la región árida-semiárida del norte (Jiménez, 1989).

Por lo anterior, las condiciones agroclimáticas adversas prevalecientes en el altiplano de Tamaulipas, así como la baja disponibilidad de agua para riego, hacen necesaria la búsqueda de nuevas alternativas de cultivos forrajeros que puedan desarrollarse satisfactoriamente bajo tales condiciones. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento y calidad de materia seca en tres variedades de avena forrajera en el altiplano de Tamaulipas.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó durante el ciclo Primavera-Verano 2010 en el ejido el Aserradero, ubicado en el municipio de Miquihuana, Tamaulipas (23° 41' LN y 99° 44' LO y 2,455 msnm), donde el clima es templado, con precipitación anual de 500 a 700 mm, con una temperatura mínima de -4°C y máxima de 26°C (Silva *et al.*, 2007).

La siembra se realizó en seco el 13 junio de 2010, bajo condiciones de temporal, con una sembradora triguera en surcos a 17.5 cm de separación, a una densidad de siembra de 100

kg de semilla por hectárea. Se evaluaron las variedades mejoradas de avena: Cuauhtémoc, Turquesa y CEVAMEX. La unidad experimental fue de 6 m². El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluó la altura de planta, rendimiento de materia seca, ceniza y proteína cruda.

El muestreo de rendimiento de materia seca (MS) se realizó cortando el forraje con una rozadera, a una altura aproximada de 2 cm sobre la superficie del suelo. Para ello se utilizó un marco metálico cuadrado de 0.25 x 0.50 m, en forma perpendicular a las hileras centrales de cada unidad experimental, obteniendo una muestra de 0.125 m² en cada unidad experimental. Se pesó el forraje fresco y se tomó una submuestra de 250 g secándose en estufa eléctrica de aire forzado a 60°C por 72 h para estimar materia seca, transformándose posteriormente a toneladas por hectárea.

El contenido de cenizas se determinó de una muestra de 2 g secada a 110°C por 2 h en un horno de convección y seguida por su ignición a 525°C por 5 h.

Para el contenido de proteína cruda (PC) se utilizó el método de Kjeldall descrito por Zavala *et al.* (1979), el cual comprende la ebullición de una muestra del forraje en ácido sulfúrico, con lo que el nitrógeno proteico es convertido a sulfato ácido de amonio. La digestión se completa cuando la solución ácida de la muestra se vuelve básica con hidróxido de sodio concentrado, el cual libera el amonio que es entonces destilado como hidróxido de amonio dentro de un exceso de solución estandarizada de ácido. El ion amoniaco se combina con una parte del ácido y el exceso de este último es titulado con una solución estandarizada de hidróxido de sodio, con lo que se determina la cantidad de nitrógeno. Para calcular el porcentaje de proteína cruda, la cantidad de nitrógeno determinada en la muestra se multiplica por 6.25 (100/16 por ciento de nitrógeno en la proteína).

Todos los análisis se realizaron en el laboratorio del INIFAP-Campo Experimental Río Bravo. La información obtenida fue analizada mediante el programa SAS (SAS, 1998) y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Resultados y Discusión

Los mayores rendimientos de forraje seco fueron obtenidos en las variedades Cuauhtémoc y CEVAMEX, con valores de 5.7 y 5.0 t ha⁻¹, respectivamente, superando al obtenido con la variedad Turquesa con 3.9 t ha⁻¹.

Los rendimientos de materia seca obtenidas en el presente estudio (Cuadro 1), son similares a lo observado por Zamora *et al.*, (2002), quienes en un trabajo realizado en Matamoros y Zaragoza, Coahuila, obtuvieron rendimientos de forraje de 5.38 a 5.58 t ha⁻¹, pero diferentes a lo reportado por Colin *et al.*, (2009), quienes obtuvieron rendimientos de forraje de 9.1 t ha⁻¹, al trabajar con avena Cuauhtémoc, en Francisco I. Madero, Coahuila.

Faggi (1976), trabajando en otras condiciones ambientales, ha reportado que la asociación avena-ballico anual supera en producción de forraje a los respectivos monocultivos,

ampliando la estación de pastoreo; como consecuencia de lo anterior, la producción de leche se incrementa en 28% y 33% a las obtenidas con los monocultivos de ballico y avena, respectivamente.

La mayor altura promedio de planta fue registrada en las variedades Cuauhtémoc y CEVAMEX con valores de 106 y 90 cm, respectivamente, las cuales fueron superiores a la registrada en la variedad Turquesa con 78 cm de altura.

El contenido de proteína cruda fue similar ($P>0.05$) en todas las variedades con un promedio de 12.09%, mientras que para el contenido de ceniza los mayores valores fueron obtenidos en las variedades Cuauhtémoc y CEVAMEX, con valores de 7.55 y 7.44%, respectivamente, superando al obtenido con la variedad Turquesa con 6.30%.

Los valores obtenidos para la concentración de proteína cruda superan a lo reportado por Colin *et al.*, (2009), quienes reportan valores de 8.8% de proteína cruda al trabajar con avena Cuauhtémoc, en Coahuila, México.

Cuadro 1. Comportamiento productivo de variedades de avena forrajera en el altiplano de Tamaulipas.

Variedad de avena	Materia seca (kg ha ⁻¹)	Altura de planta (cm)	Proteína cruda (%)	Ceniza (%)
Cuauhtémoc	5.7 a	106 a	12.30 a	7.55 a
CEVAMEX	5.0 a	90 a	12.44 a	7.40 a
Turquesa	3.9 a	49 b	11.51 a	6.30 b

*Valores entre columnas con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P<0.05$).

Conclusiones

Se concluye que las variedades de avena Cuauhtémoc y CEVAMEX por su buena producción y calidad de forraje, representan una alternativa sobresaliente para el establecimiento de cultivos forrajeros bajo condiciones de temporal en el altiplano de Tamaulipas.

Literatura Citada

- Carámbula M. 1986. Producción de pasturas en Uruguay. En: Diálogo XIX. IICA/BID/PROCISUR. Montevideo pp: 95-112.
- Colín R. M. Zamora V. V. M., Torres T. M. A. y Jaramillo S. M. A. 2009. Producción y valor nutritivo de genotipos imberbes de cebada forrajera en la Región Lagunera de México. Técnica Pecuaria México. 47(1):27-40.
- Duran H. 1986. Hacia un enfoque integral de la problemática de producción y utilización de pasturas con ganado lechero. En: Diálogo XTX. IICA/BID/PROCISUR. Montevideo pp: 257-266.
- Faggi H. D. 1976. Producción de leche con pasturas y concentrados. Investigaciones Agrícolas (CIAAB) pp: 211-221.
- Jiménez M., A. 1989. La producción de forrajes en México. Universidad Autónoma de Chapingo- Banco de México - FIRA. Chapingo, Méx. 100 p.

- Payan G.J. y Chávez S.N. 1992. Determinación del rendimiento de diferentes variedades de avena forrajera para corte o pastoreo en Delicias, Chih. Memorias de las Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Chihuahua. Chih. pp:19.
- SAS Institute. 1998. SAS user's guide. 8th ed. SAS Inst., Cary, NC.
- Silva S. M.M., Medina G. G., Ruiz C. J. A., Serrano A. V., Díaz P. G. y Cano G. M. A. 2007. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Tamaulipas (periodo 1961-2003). Libro Técnico No. 2. CIRNE-C.E. Rio Bravo. 316 p.
- Vargas C., S.A. 1995. Engorda de becerros de la raza Holstein bajo pastoreo en una pradera asociada de gramínea (*Dactylis glomerata* L. var. Potomac) y leguminosa (*Medicago sativa* L. var, Valenciana) en Chapingo, México. Tesis profesional Ingeniero Agrónomo, UACH. Chapingo. 61 p.
- Zamora V. V. M., Lozano del R. A. J., López B. A., Reyes V. M. H., Diaz S. H., Martínez R. J. M. y Fuentes R. J. M. 2002. Clasificación de triticales forrajeros por rendimiento de materia seca y calidad nutritiva en dos localidades de Coahuila. Técnica Pecuaria en México. 40(3):
- Zavala, M.A., M.H. Butterworth, O. Fresnillo y J.B.M. Kronenburg. 1979. Un curso de laboratorio de Nutrición Animal. Instituto de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, N.L. p 21.

RESPUESTA DE DOS ZACATES DE UN PASTIZAL SEMIÁRIDO A DIFERENTES INTENSIDADES Y ÉPOCAS DE UTILIZACIÓN

RESPONSE OF TWO GRASSES TO DIFFERENT GRAZING INTENSITIES AND GRAZING SEASONS IN A SEMIARID RANGELAND

Luis Lauro de León¹, Miguel Mellado², Luis Pérez¹, Luis Rodríguez³, Juan Ricardo Reynaga¹ y Rafael Trejo¹

¹Departamento de Recursos Naturales Renovables, ²Departamento de Producción Animal y ³Departamento de Estadística y Cálculo - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Resumen

Se investigó la respuesta de dos zacates de un pastizal semiárido a dos intensidades en tres épocas de utilización en el Rancho Los Ángeles, ubicado al sur de Saltillo, Coahuila, México. *Aristida curvifolia* y *Bouteloua gracilis* se cortaron al 50 y 90% en tres épocas (septiembre-octubre) con cuatro repeticiones, midiendo el rebrote desde la tercera hasta la séptima semanas después del corte. Se usó diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x3x2. El análisis de varianza ($P < 0.05$) no encontró diferencias significativas entre especies, pero si en épocas pues la época uno tuvo 25.3% y 38.57% más que las otras dos y, la época dos, 17.76% más que la tres. *A. curvifolia* presentó mejores crecimientos que *B. gracilis* en la intensidad de 50%, pero en la de 90% la situación fue inversa. Concluimos que la época mejor para cosechar forraje es a mediados de septiembre (época 1) y que en ambas especies conforme se acercan a la dormancia, la respuesta de crecimiento es menor pues las condiciones atmosféricas son más adversas para que las plantas se recuperen de una utilización. *A. curvifolia* a intensidades severas tiene dificultad para recuperar sus reservas y convertirlas en rebrote; se recomienda que cuando sea especie clave no someterla a intensidades severas y *B. gracilis* a intensidades severas se recupera más fácilmente, por ello, cuando sea especie clave puede someterse a utilidades fuertes.

Palabras clave: intensidad, época, utilización, pastizal, semiárido, descanso

Introducción

Con la introducción de ganado doméstico a los pastizales de México se les dio un agente exógeno que en corto tiempo se convirtió en uno de los factores principales de degradación, debido a un manejo inadecuado. Además, con la apertura de pastizales al cultivo, se dañaron severamente, ya que estas tierras son sólo aptas para pastizales. Con la finalidad de remediar dichos problemas, el hombre implementa estrategias para obtener una producción más sostenible, entre ellas, una mejor utilización. Para evitar la sobre utilización, se implementaron sistemas de pastoreo con los que se puede obtener mejor uso de los recursos y mejorar el pastizal. Para adaptar un sistema de pastoreo se deben conocer el tipo de plantas disponibles y su resistencia a diferentes intensidades y épocas de utilización. En este trabajo se busca conocer el grado de utilización más adecuado a dos especies, para saber en que fechas se debe retirar el ganado del potrero y cuánto tiempo se debe dejar sin usar antes de volver a introducirlo. Por lo anterior se utiliza la época, el por ciento de utilización y el descanso que se le debe dar a determinada especie para su recuperación posterior.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el Rancho Experimental Los Ángeles, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizado entre las coordenadas 25° 04' a 25° 08' latitud norte y 100° 58' a 101° 03' longitud oeste (García, 1983). En un área excluida al apacentamiento del potrero cinco se realizó este trabajo; se utilizaron dos especies, *Aristida curvifolia* (especie 1) y *Bouteloua gracilis* (especie 2), que se sometieron a dos intensidades de utilización: 50 por ciento (intensidad 1) y 90 por ciento (intensidad 2), en tres épocas: 13 de septiembre (época 1), 28 de septiembre (época 2) y 13 de octubre (época 3), midiéndose con cinta métrica el rebrote de las plantas a los 21, 28, 35, 42 y 49 días después de que fueron cortadas con tijeras. Para las dos especies, las dos intensidades y las tres épocas se efectuaron cuatro repeticiones. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x3x2 (especie x época x intensidad) (Castañeda, 1980). En cada especie se escogieron cuatro plantas para el 50 por ciento y cuatro para el 90 por ciento, o sea que se seleccionaron 16 plantas para cada una de las tres épocas. La toma de datos se efectuó a los 21 días después del corte de cada especie en las dos intensidades y, después se realizó la lectura midiendo con cinta métrica el rebrote de cada zacate semanalmente hasta completar la séptima semana en cada una de las tres épocas.

Resultados

La recuperación de las especies en las dos intensidades fue distinta; *A. curvifolia* mostró una recuperación más favorable en la intensidad uno (50%) y para la intensidad dos (90%) fue la especie dos, *B. gracilis*, que presentó una recuperación mejor. **Respuesta de la Especie.-** El análisis de varianza muestra ($P<0.05$) que no hay diferencias significativas entre los niveles del factor A. Para *A. curvifolia* se obtuvieron 10.56 cm de crecimiento posterior al corte, para *B. gracilis* 10.42 cm. Lo anterior es el promedio de las cinco mediciones posteriores al corte, en las tres épocas, las dos intensidades en las cuatro repeticiones (Fig. 1). **Respuesta a la Época.-** El análisis de varianza muestra ($P<0.05$) diferencias significativas entre los niveles del factor B. La Fig. 2 indica que la época uno fue la mejor de crecimiento ya que presentó una recuperación de 13.35 cm después del corte, comparada con las épocas dos y tres que registraron 9.97 y 8.2 cm, respectivamente. La época uno tuvo un 25 por ciento más de crecimiento que la época dos y 38.57 por ciento más que la época tres: a la vez, la época dos mostró 17.76 por ciento más que la época tres. Estos resultados son el promedio de las cinco mediciones hechas después del corte en ambas especies, las dos intensidades y las cuatro repeticiones. Con la prueba de Tukey se observó que las diferencias significativas ($P<0.05$) se encontraban entre la primer época y las otras dos.

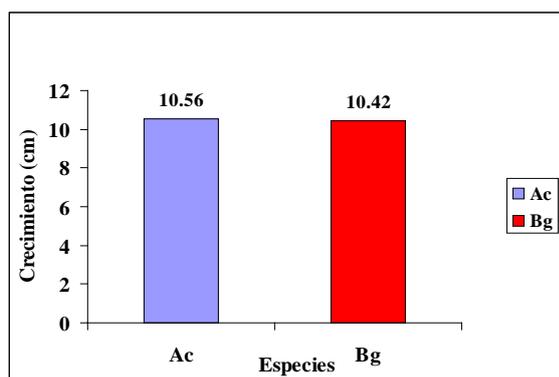


Figura 1. Crecimiento de cada una de las especies.

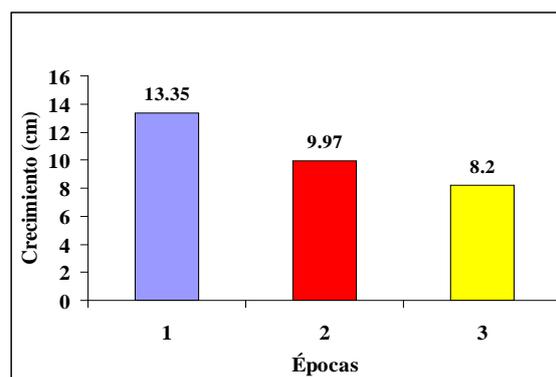


Figura 2. Crecimiento en cada una de las épocas.

Respuesta a la intensidad.- El análisis de varianza indica ($P < 0.05$) diferencias significativas entre niveles del factor C. En la intensidad uno, *A. curvifolia* tuvo crecimientos de 17.05, 14.04 y 11.82 cm y *B. gracilis* mostró 11.83, 11.44 y 5.74 cm en las tres épocas. *A. curvifolia* respondió mejor que *B. gracilis* a intensidades moderadas (Fig. 3). Para la intensidad dos, *B. gracilis* tuvo mejor recuperación con: 12.82, 8.69 y 12.22 cm superando a *A. curvifolia* que registró crecimientos de 11.65, 5.81 y 2.97 cm en las tres épocas. Por lo anterior, *B. gracilis* reacciona mejor que *A. curvifolia* a intensidades severas que a moderadas (Fig. 4). Con el análisis de varianza se encontró efecto conjunto (interacción) entre los factores A y C; es decir, las especies respondieron al crecimiento de acuerdo a la intensidad de corte independientemente de la época en la que fueron cortadas. La mejor interacción fue el efecto que tuvo *A. curvifolia* con respecto a la intensidad uno, 17.05 cm de rebrote en la época uno.

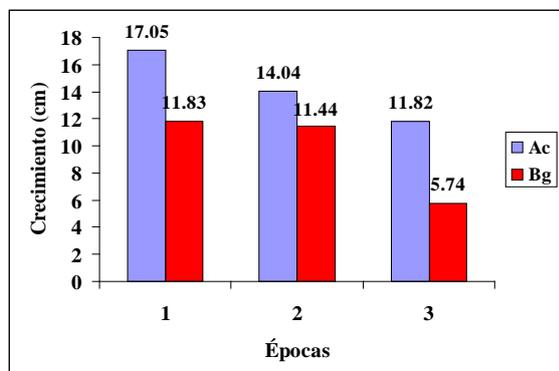


Figura 3. Respuesta de crecimiento de especies en cada época al 50 % de intensidad de corte.

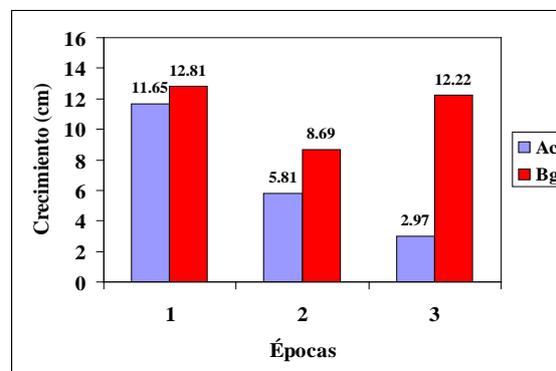


Figura 4. Respuesta de crecimiento de especies en cada época al 90 % de intensidad de corte.

Discusión

A medida que avanzó el tiempo en las fechas de corte, la respuesta de rebrote fue decreciendo; es decir, las plantas utilizadas en la época uno (13 de sept.), crecieron 1.33 y 1.6 veces más que las de las épocas dos y tres (28 de sept. y 13 de oct.) y a la vez, las de la época dos crecieron 1.20 veces más que las de la época tres. De las tres épocas se encontró que la mejor recuperación de las plantas es a mediados de septiembre debido a las buenas condiciones de humedad y temperatura, lo que coincide con Delting *et al.* (1979) quienes encontraron que la capacidad de rebrote de la vegetación durante el crecimiento depende

mucho de la humedad en el suelo. En cuanto a la recuperación por especie, hubo más crecimiento de *B. gracilis* en la intensidad dos (90%), lo que indica que ésta tiene mejor resistencia al apacentamiento severo pues se recupera fácilmente. *A. curvifolia* mostró mejor recuperación que *B. gracilis* en la intensidad uno (50%), pero no en la intensidad dos (90%); por lo que sabemos esta especie es más susceptible a las utilizaciones severas. *B. gracilis* se recupera más fácilmente debido a que probablemente la planta responde a la defoliación con la formación rápida de hojas, para de esta manera completar sus requerimientos, lo que concuerda con Delting *et al.* (1979) quienes citan que más de la mitad del crecimiento nuevo de plantas defoliadas de esta especie, fue distribuido a hojas nuevas y solamente el 18 por ciento a raíces nuevas. Gifford y Marshal (1973) mencionan que varios zacates responden a la defoliación incrementando la proporción de asimilatos a hojas jóvenes o al rebrote de vástagos. Delting *et al.* (1979) citan que *B. gracilis* cuando es defoliada para simular un evento de apacentamiento, exhibe dos tipos de respuesta: 1) incremento de la tasa fotosintética neta dentro de tres días después de la defoliación y 2) un incremento en la proporción de fotosintatos actuales distribuidos a la producción de hojas nuevas, teniendo como resultado que las plantas defoliadas producen cuando mucho 84 por ciento de tejido foliar a los 10 días después de la defoliación, teniendo el control 37 por ciento solamente. No todas las especies responden en forma similar, Buwai y Trilica (1977) evaluaron el contenido de carbohidratos después de la defoliación a 60 y 90 por ciento de utilización en *Agropyron smithii* y *Bouteloua gracilis* y encontraron que *A. smithii* presentó menor contenido de carbohidratos, lo cual se tradujo en menor crecimiento después de la defoliación cuando ésta fue intensa, en tanto en *B. gracilis* el contenido de carbohidratos fue similar en ambas intensidades de defoliación. En base a los resultados de este trabajo, se puede decir que la época de defoliación es determinante para que la planta tenga el tiempo suficiente para recuperar adecuadamente sus reservas, sin embargo, el efecto causado por la época de defoliación no es similar para todas las especies, mientras que para algunas no es de gran importancia, ya que recuperan rápidamente sus reservas de carbohidratos, tal es el caso de *B. gracilis* o *B. eriopoda* (Buwai y Trilica, 1977; Miller y Donart, 1979), para otras especies como *A. curvifolia*, según este trabajo, la época más perjudicial son las últimas etapas fenológicas antes de llegar a la dormancia, esto debido a que la planta ya no tiene tiempo suficiente para recuperar sus reservas de carbohidratos, ya que al entrar en latencia se suspende la síntesis de estos compuestos (Trilica y Cook, 1971; Trilica y Cook, 1972; González y Jiménez, 1977).

Conclusiones

La mejor época para cosechar forraje es a mediados del mes de septiembre. En las dos especies de zacates, conforme se acercan a la dormancia, la respuesta de crecimiento es menor, pues en esta etapa las condiciones climatológicas son cada vez más adversas para que las plantas se puedan recuperar de una utilización. *A. curvifolia* a intensidades severas tiene dificultad para recuperar sus reservas y convertirlas en rebrote de tejido fotosintético; se recomienda que en pastizales donde ésta sea una especie clave, no se someta a intensidades de apacentamiento severas. *B. gracilis* a intensidades de apacentamiento severas se recupera más

fácilmente, ya que está más adaptada a éstas y en pastizales en que ésta sea una especie clave, se puede someter a utilizaciones fuertes.

Literatura Citada

- Buwai, M. and M. J. Trilica. 1977. Multiple defoliation effects on herbage yield vigor and total nonstructural Carbohydrates on five species. *J. Range Manage.* 30:164-171.
- Castañeda R., P. 1980. Diseño de experimentos aplicados. Ed. Trillas S. A. México, D.F. p. 170-199.
- Delting, J. K., M. I. Dyer and D. T. Winn. 1979. Net photosynthesis, root respiration, and regrowth of *Bouteloua gracilis* following simulated grazing. *Oecologia.* 41: 127-134.
- García, D. 1983. Levantamiento topográfico del rancho Los Ángeles. AGUAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Gifford, R. M. and C. Marshal. 1973. Photosynthesis and assimilate distribution in *Lolium multiflorum* Lam. following differential tiller defoliation. *Aust. J. Biol. Sci.* 26:517-526.
- González, E. S. y S. Jiménez G. 1977. Influencia de la altura y frecuencia de corte sobre el almacenamiento de carbohidratos y producción de forraje en tres zacates nativos. Pastizales. Vol. VIII núm. 2. Rancho Experimental La Campana. Chihuahua, Chih., México. 9 p.
- Miller, R. F. and G. B. Donart. 1979. Response of *Bouteloua eriopoda* (Torr.) Torr and *Sporobolus flexuosus* (Thurb.) Rybd. to season of defoliation. *J. Range Manage.* 32:63-67.
- Trilica, M.J. and C. W. Cook. 1971. Defoliation effects on carbohydrate reserves of desert species. *J. Range Manage.* 24:418-425.
- Trilica, M.J. and C.W. Cook. 1972. Carbohydrate reserves of crested wheatgrass and Russian wildrye as influenced by development and defoliation. *J. Range Manage.* 25:430-434.

PRESENCIA DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN LA RIZÓSFERA DE *Melinis repens* (Willd.) Zizka EN AGUASCALIENTES, MÉXICO.

PRESENCE OF ARBUSCULAR MYCORRIZAL FUNGI AT THE RIZOSPHERE OF *Melinis repens* (Willd.) Zizka IN AGUASCALIENTES, MÉXICO.

Abraham Díaz¹, Ernesto Flores¹, José de J. Luna¹, Alfonso de Luna¹, Víctor Olalde² y Juan T. Frías³.

¹Universidad Autónoma de Aguascalientes-Centro de Ciencias Agropecuarias. ²CINVESTAV-Irapuato. ³Universidad de Guanajuato-Instituto de Ciencias Agrícolas.

Resumen

En este estudio, se evaluó la presencia de hongos micorrícicos arbusculares (HMA) en suelo y raíces de *Melinis repens* en campo, así como su inoculación en prueba de invernadero. En Aguascalientes se seleccionaron cuatro sitios en los municipios de El Llano, Jesús María, San Francisco de los Romo y Calvillo, con alta población de pasto rosado y excluidos de pastoreo. En campo, se evaluó la presencia de esporas de hongos micorrícicos en el suelo de la rizósfera, así como el porcentaje de colonización en raíces. Se realizó también una prueba de inoculación de micorrizas en invernadero y se evaluó su efecto en el crecimiento de la planta. Se encontró presencia de esporas micorrícicas (1019 a 1354 esporas/100g suelo) y colonización de raíces (4.9 a 13.8 %), sin diferencias entre los sitios pero con diferencias entre épocas del año ($P \leq 0.05$). En la prueba de inoculación, se encontró que hubo mayor colonización micorrícica (hasta 27.7 %) a mayor proporción de suelo natural utilizado como inóculo sobre suelo esterilizado, sin embargo esto no tuvo efecto significativo en el número de tallos, altura y biomasa de las plantas en 75 días de crecimiento. Se encontró asociación entre *M. repens* y HMA, pero es necesario realizar más estudios detallados para dilucidar el papel de las micorrizas en el desarrollo de esta gramínea.

Palabras clave: *Melinis repens*, micorrizas, colonización de raíces, esporas en suelo, inoculación.

Introducción

El zacate *Melinis repens* (Willd.) Zizka, conocido comúnmente como zacate “rosado” o “natal grass”, es originario de África tropical, Sudáfrica y Madagascar. Actualmente se ha distribuido en los trópicos del mundo mostrando una gran capacidad de adaptación a condiciones adversas de humedad y pobreza de suelos, convirtiéndose en maleza invasora de áreas de cultivo o pastizales de zonas áridas y semiáridas. Por otro lado, también se le ha propuesto como una especie valiosa para la restauración de suelos (Yuang *et al.* 2006). Una posible razón por la cual esta gramínea es capaz de prosperar en suelos degradados, podría ser su asociación o simbiosis con microorganismos tales como los hongos micorrícicos arbusculares. Debido a que no existe información científica a este respecto, se realizó el presente estudio con los objetivos de estudiar la presencia de hongos micorrícicos en el suelo y raíces de *M. repens* en diferentes sitios de Aguascalientes, México. Así también, evaluar la inoculación de hongos micorrícicos en *M. repens* a partir de suelo natural de los diferentes sitios.

Se estima que más del 85% de las especies vegetales actualmente descritas, establecen simbiosis con estos hongos (Alarcón *et al.* 2007). Esta simbiosis se considera un elemento básico en la adaptación y evolución de las plantas. Stampe and Daehler (2003), citando a varios autores, señalan que los HMA extraen nutrientes del suelo y se los proporcionan a sus plantas hospederas, a cambio de fotosintatos. Tienen especial importancia en la utilización de elementos poco solubles como fósforo, cobre y zinc. Pero además pueden conferir tolerancia a sequia, sales, metales, patógenos, suelos ácidos, etc. Estos efectos difieren entre las distintas especies vegetales, por lo que los HMA intervienen en las interacciones entre las plantas, en la estructura y dinámica de la comunidad vegetal, y por lo tanto en la riqueza, diversidad y productividad de ella.

Materiales y Métodos

Se seleccionaron cuatro sitios con características ecológicas diferentes, excluidas del pastoreo y con una vegetación casi única de *M. repens*, en los municipios de Calvillo, El Llano, San Francisco de los Romo y Jesús María. En el sitio Calvillo el clima se reporta como semiseco semicálido (BS1h), mientras que en los otros es semiseco templado (BS1k) (CONABIO 2008). Los suelos son tipo Regosol en Calvillo, Feozem en Jesús María, Xerosol en San Francisco y Planosol en El Llano (CONABIO 2008). En cada sitio se extrajeron al azar 3 macollos de *M. repens*, junto con raíz y el suelo de la rizósfera. Enseguida en laboratorio se separó el suelo de la raíz y se almacenó en bolsas de plástico para su posterior análisis. Mediante el clareo y tinción de raíces con azul de tripano (Kormanik and McGraw, 1982), y la realización de preparaciones fijas, con microscopio óptico se detectó el grado de colonización de micorrizas en *M. repens*, en los diferentes sitios en dos épocas del año 2010: primavera (mayo, latencia) y verano (agosto, crecimiento activo). Con el suelo separado anteriormente de las raíces, se realizó la técnica de extracción de esporas mediante el tamizado en húmedo y flotación en sacarosa (Jenkins 1964, citado por González *et al.* 2007). Se contaron las esporas para calcular el número de esporas por 100g de suelo, también en primavera y verano de 2010. El análisis estadístico tanto para el número de esporas en el suelo como para colonización de raíces, se realizó con base en un diseño factorial con cuatro sitios, dos épocas del año y tres repeticiones, realizando análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey (Steel and Torrie 1980).

Durante febrero a abril de 2011 se realizó una prueba de inoculación en invernadero (Dalpé and Hamel 2008). En dicha prueba se colocaron macetas con suelo de los distintos sitios de estudio. Los tratamientos de suelo fueron: a) 1000g suelo natural, b) 100g suelo natural + 900g suelo esterilizado, c) 10g natural + 990g esterilizado, d) 1g natural + 999g esterilizado y e) 1000g de suelo esterilizado, con tres repeticiones. El suelo se esterilizó en autoclave durante una hora a 120° C, tres días consecutivos. Posteriormente se les agregó y mezcló a cada maceta el suelo natural como inoculante, de acuerdo a cada tratamiento. En las macetas se sembraron 20 semillas de *M. repens*, dejando al final dos plantas por maceta. A los 75 días de crecimiento se evaluó la colonización de micorrizas en raíces, así como la producción de biomasa aérea, número de tallos por planta y altura de las plantas. Se realizó un análisis de varianza para un diseño factorial con cinco niveles de inoculación en el suelo y cuatro sitios; además la prueba de comparación de medias de Tukey (Steel and Torrie 1980).

Resultados y Discusión

Mediante el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas entre épocas para el número, de esporas micorrícicas en el suelo de la rizósfera del zacate rosado ($P = 0.027$), pero no entre sitios ni para la interacción ($P > 0.05$). Se encontró un mayor número de esporas en la época de verano que en la de primavera, sin embargo en la prueba de medias no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 1). Esto sin duda está relacionado con las condiciones de humedad del suelo y etapa fenológica del pasto, ya que en agosto hay humedad en el suelo y el pasto está en crecimiento, mientras que en abril es época de sequía y el pasto está latente. En cuanto a la colonización de raíces por hongos micorrícicos, se encontraron diferencias altamente significativas entre las épocas ($P < 0.001$), mas no entre sitios ni para la interacción ($P > 0.05$). En forma similar al número de esporas, también se encontró mayor colonización en la época de verano (Cuadro 1). En general los niveles de colonización no sobrepasaron de 14%. Carrillo *et al.* (2004) estudiaron la presencia de micorrizas en plantas pioneras de dunas costeras de Yucatán, encontrando que esta micorrización juega un papel importante en la colonización y estabilización de las dunas, ya que ayuda a las plantas a desarrollarse a pesar de la escasez de nutrientes y estrés salino. Entre las especies encontradas se reporta el zacate salado *Ditichlis spicata*.

Cuadro 1. Número de esporas y porcentaje de colonización de raíces por hongos micorrícicos en *M. repens* en distintos sitios de Aguascalientes, México.

Sitio	Época	Esporas en 100g de suelo	Colonización de raíces %
Calvillo	Agosto	1354 a	12.8 a
	Abril	1179 a	5.9 b
San Francisco	Agosto	1299 a	10.1 ab
	Abril	1019 a	5.4 b
Jesús María	Agosto	1271 a	13.8 a
	Abril	1113 a	5.4 b
El Llano	Agosto	1330 a	10.9 ab
	Abril	1126 a	4.9 b

Literales diferentes en cada columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

Medina *et al.* (2008), encontraron niveles de colonización de micorrizas en *Bouteloua gracilis* de 10%, sin embargo al mismo tiempo encontraron un 37% de colonización de hongos endófitos septados, que no se conoce su función o beneficio para esta gramínea. Escobar *et al.* (2005) encontraron niveles de colonización micorrícica de hasta 73% en *Cynodon dactylon* y *D. spicata*, la cual fue mayor en suelos más salinos, concluyendo que esta asociación les ayuda a estos pastos a tolerar la salinidad. En la reserva de la biósfera de Mapimí, Pezzani *et al.* (2008) encontraron esporas de micorrizas en 100g de suelo desde 30 en áreas descubiertas de vegetación hasta 200 en áreas vegetadas. Igualmente se analizó la colonización en varias gramíneas, encontrándose porcentajes de 3 en *Dasyochloa pulchella*, 22 en *Trichloris crinita*, 28 en *Chloris virgata*, 38 en *Pleuraphis mutica*, 52 en *Scleropogon brevifolius* y 71 en *Pennisetum ciliare*. Esta última especie introducida de África está empezando a invadir estas áreas, por lo que es interesante conocer la influencia de los hongos micorrícicos en el proceso de invasión. Lo mismo puede aplicar para el *M. repens*.

En la prueba de inoculación, mediante el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas entre sitios ($P < 0.05$) para las variables de Tallos/planta, Altura de planta y Materia seca, pero no hubo diferencias entre los diferentes niveles de inoculación del suelo ni en la interacción. En cambio la colonización de raíces presentó diferencias significativas ($P < 0.001$) para los diferentes niveles de inoculación del suelo, pero no para sitios ni para la interacción. La altura de planta y la producción de materia seca fueron mayores en Calvillo y Jesús María (Cuadro 2), lo que sin duda se debe principalmente al efecto de la mayor fertilidad que presenta el suelo de esos sitios.

Respecto a la colonización de raíces, se observa un efecto del suelo inoculado a partir del nivel de 10g, que es similar al de 100g, siendo mayor la colonización en el suelo natural (1000g) (Cuadro 2). En general los niveles de colonización resultaron menores de 20%. Se puede afirmar que a pesar de que hubo colonización de las raíces con hongos micorrícicos, esto no tuvo un efecto significativo en el número de tallos por planta, altura y biomasa aérea. Con base en lo anterior, se podría hipotetizar que el zacate *Melinis repens*, aunque se asocia con las micorrizas, es poco dependiente de esa asociación. Sin embargo también quizás el tiempo de la prueba fue corto (75 días) para poder observar efectos en estos parámetros. Alarcón *et al.* (2007), mencionan que las especies arbóreas tienen raíces gruesas y con pocos pelos radicales, por lo que dependen mucho de los hongos micorrícicos. Mientras que las plantas con raíces abundantes y ramificadas (graminoides) son poco dependientes de la simbiosis micorrícica. Sin embargo son numerosos los factores que determinan el grado de colonización de los hongos micorrícicos: desde los ambientales, de la propia planta hospedera, del tipo o especie de hongo micorrícico, interacciones con otros microorganismos, etc.

Cuadro 2. Promedios de crecimiento de plantas y colonización de raíces con micorrizas en *Melinis repens*, a diferentes niveles de inoculación con suelo natural de diferentes sitios, en Aguascalientes, México.

Sitio	Tallos/ planta	Altura cm	Biomasa g	Inoculo g	Colonización de raíces %
Calvillo	5.2 ab	34.1 a	1.47 a	0-1	0.0 e
				10	11.7 cde
				100	19.0 abcd
				1000	29.0 a
San Francisco	4.7 b	25.2 c	0.75 b	0-1	0.0 e
				10	11.3 de
				100	13.3 bcd
				1000	25.3 ab
El Llano	4.8 b	26.4 c	0.62 b	0-1	0.0 e
				10	10.7 de
				100	17.3 abcd
				1000	27.7 a
Jesús María	5.9 a	30.9 b	1.58 a	0-1	0.0 e
				10	10.0 de
				100	12.3 cde
				1000	24.0 abc
Error std.	± 0.26	± 0.59	± 0.056		± 2.3

Literales diferentes en cada columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

Por su parte Díaz y Garza (2006) encontraron que la inoculación con micorrizas de pasto buffel *P. ciliare*, no mostró efectos en el índice de clorofila y biomasa a los 3.5 meses de crecimiento, sin embargo a los siete meses se tuvo un 42% de colonización y ganancias en biomasa, índice de clorofila y proteína foliar. En otro trabajo (Montaño *et al.* 2008) se examinó el desarrollo del

pasto navajita *B. curtipéndula* al ser inoculado con micorrizas provenientes de suelo de islas de fertilidad de mezquite con distinta perturbación. Las plantas inoculadas con suelo dentro de islas de fertilidad y menos perturbado tuvieron mayor micorrización y mejor desarrollo (biomasa, longitud de tallos o raíces, número de tallos, número de hojas, etc.) que las de fuera de las islas de fertilidad y más perturbado, en un período de tres meses. Se tuvieron niveles de micorrización de 40 a 90%. Aparentemente en este trabajo no se observó mucha micorrización ni efecto en el crecimiento, sin embargo es necesario realizar pruebas a mayor tiempo y con más parámetros, así como en diferentes condiciones de clima y suelo, para entender la función que podría tener esta asociación de *M. repens* con micorrizas.

Conclusiones

Esta gramínea presentó asociación con hongos micorrícicos en los cuatro sitios de muestreo, sin diferencias entre ellos. Se encontraron mayores niveles tanto de esporas en el suelo como de raíces colonizadas, en la época de verano que en la de primavera. Se comprobó que sí hubo colonización de raíces al inocular con suelo que contenía esporas de hongos micorrícicos, siendo esta mayor al aumentar la proporción de suelo natural en la maceta de cultivo. Sin embargo en este estudio no se encontraron efectos de la asociación micorrícica sobre el número de tallos por planta, altura o biomasa aérea del pasto, en 75 días de crecimiento. Es necesario ampliar y detallar el estudio de micorrizas en este pasto, para conocer los beneficios que puedan tener en su desarrollo, así como para saber si este pasto podría actuar como un mejorador de suelo al propiciar el desarrollo de micorrizas.

Literatura Citada

- Alarcón A., Gonzalez C. M. C. A. y Ferrera C. R. 2007. Aspectos ecológicos y aplicación de hongos micorrícicos arbusculares en agroecosistemas. En: Fuentes D. G. y Ferrera C. R. [eds.] Ecología de la raíz. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. México. Pp 27-56.
- Carrillo L., Ramos Z. J. y Orellana R. 2004. Micorrizas vesículo-arbusculares en plantas pioneras de la duna costera del estado de Yucatan. En: Frías H. J. T., Olalde P. V. y Ferrera C. R. [eds.] Avance en el conocimiento de la biología de las micorrizas. Universidad de Guanajuato. Pp 206-213.
- Dalpé Y. and Hamel C. 2008. Arbuscular Mycorrhizae. En: Carter M. R. y Gregorich E. G. [eds.] Soil Sampling and Methods of Analysis, 2nd. ed. Canadian Society of soil Science. Pp 355- 377.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. La biodiversidad en Aguascalientes: estudio de estado. México: Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes, Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Díaz F. A. y Garza C. I. 2006. Colonización micorrízica arbuscular y crecimiento de genotipos de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*). Revista Fitotecnia Mexicana 29 (003): 203-206.
- Escobar R. E., Monroy A. A., y Ríos G. R. 2004. Caracterización de la simbiosis micorrícica de dos gramíneas en un agostadero semiárido impactado por un gradiente de salinidad en Ixmiquilpan, Hidalgo. En: Frías H. J. T., Olalde P. V. y Ferrera C. R. [eds.]. Avance en el conocimiento de la biología de las micorrizas. Universidad de Guanajuato. Pp 137-154.
- González C. M. C. A, Alarcón A., Ferrera C. R. 2007. Manual de métodos para la investigación y aplicación de hongos micorrícicos arbusculares en laboratorio y campo. En: Fuentes D. G. y Ferrera C. R. [eds.]. Ecología de la raíz. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. México. Pp 105-150.
- Kormanik P. P. and McGraw A. C. 1982. Quantification of vesicular arbuscular mycorrhizae in plant roots. In : Schenck N. C. [ed.]. Methods and principles of mycorrhizal research. APS Press. USA. Pp 37-45.
- Medina R. E., Arredondo J. T., Huber-Sannwald E., Chapa V. L., Olalde P. V. 2008. Grazing effects on fungal root symbionts and carbon and nitrogen storage in a shortgrass steppe in Central Mexico. Journal Arid Environments, 72 (2008) 546-556.

- Montaño A. N. M., García S. R., Morales G. F. y Ochoa R. G. 2008. Micorrizas arbusculares de islas de fertilidad de mezquite en dos matorrales semiáridos: su efecto en la morfología de *Bouteloua curtipéndula*. En: Montaño A. N. M., Camargo R. S. L., García S. R. y Monroy A. A. [eds.]. Micorrizas arbusculares en ecosistemas áridos y semiáridos. Mundi Prensa, UNAM, UAM, INE. Pp 185-201.
- Pezzani F., Guevara R., Hernández C. L. y Montaña C. 2008. Interacciones micorrícicas en la reserva de la biósfera de Mapimí: hongos micorrizógenos arbusculares y su asociación con gramíneas del desierto Chihuahuense. En: Montaño A. N. M., Camargo R. S. L., García S. R. y Monroy A. A. [eds.]. Micorrizas arbusculares en ecosistemas áridos y semiáridos. Mundi Prensa, UNAM, UAM, INE. Pp 109-118.
- Stampe E. D. and Daehler C. C. 2003. Mycorrhizal species identity affects plant community structure and invasion: a microcosm study. *Oikos* 100: 362–372.
- Steel R. G. D. and Torrie J. H. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. 2nd ed. New York, USA: McGraw-Hill Book Co.
- Yuan J. G., Fang W., Fan L., Chen Y., Wang D. Q. and Yang Z.Y. 2006. Soil formation and vegetation establishment on the cliff face of abandoned quarries in the early stages of natural colonization. *Restoration Ecology* 14(3):349-356.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE CINCO ESPECIES DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS TROPICALES CON Y SIN FERTILIZACIÓN EN LA REGIÓN CENTRAL DE VERACRUZ

FORAGE PRODUCTION OF FIVE SPECIES OF TROPICAL GRASSES WITH AND WITHOUT FERTILIZATION IN CENTRAL VERACRUZ

Javier F. Enríquez^{1*}, Francisco I. Juárez², Maribel Montero¹, Isaías Lopez¹, Gregorio Nuñez³, Francisco E. Cab¹ y Daniel Martínez¹

¹C. E. La Posta, CIRGOC, INIFAP, ²FMVZ-UV, ³C. E. La Laguna, CIR-Norte-Centro INIFAP.
enriquez.javier@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo fue determinar el efecto de la fertilización vs sin fertilización de cinco pastos tropicales, en el campo experimental “La Posta” de Paso del Toro, Veracruz, con clima cálido subhúmedo. Las parcelas fueron de 12.5 m² con 1 m² de área de muestreo. Se fertilizó con 150 60 00, kg ha⁻¹ de N, P y K, de los cuales se aplicaron 75 kg ha⁻¹ de N después del corte de uniformización, y 25 kg de N/ha después de cada corte. Se evaluaron: *P. purpureum* Maralfalfa, *P. maximum* Mombaza, *B. Brizantha* Insurgente, *B. humidicola* Dictyoneura y *B. ruziziensis* X *B. brizantha* Mulato. Se midió: altura, cobertura y producción de materia seca, la cosecha se realizó cada 35 días durante 140 días. El Diseño experimental fue en Bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, la parcela grande fue la especie y la subparcela el manejo (fertilización vs sin fertilización), con tres repeticiones. La información se analizó mediante análisis de varianza y comparación de medias con Tukey. El rendimiento fue alto en el corte 1 (2991^a kg ha⁻¹), intermedio en el corte 2 (1756^b kg ha⁻¹) y 3 (2582^{ab} kg ha⁻¹), y disminuyó en el corte 4 (876^b kg ha⁻¹). Maralfalfa fue el cultivar más productivo. La fertilización de mostro diferencias en todas las variables, destaca el incremento del rendimiento (2650^a vs 1453^b), producto de una mayor altura y cobertura. La fertilización produjo incrementos de 82 % con relación al testigo sin fertilizar, en la producción de forraje en las especies evaluadas.

Palabras clave: Fertilización, pastos tropicales, materia seca.

Introducción

En el trópico mexicano, uno de los principales problemas del ganado lechero en pastoreo es la subalimentación. La producción de leche de bovino en trópico se basa fundamentalmente en el pastoreo y por lo mismo la calidad del forraje tiene un efecto directo sobre la producción animal ya que es la principal fuente de energía y proteína. Diversos factores afectan la producción y calidad del forraje, los más importantes son la especie/variedad del mismo, estado fenológico al momento de la cosecha, fertilidad del suelo, fertilización y además factores climáticos (temperatura ambiental, precipitación pluvial, duración del día etc.), que por otra parte determinan variaciones estacionales en la producción y calidad nutricional (Reyes *et al.*, 2009). En los últimos años se ha incrementado la oferta de nuevas especies y cultivares de pastos, de algunos de ellos se dispone de poca información técnica sobre su adaptación y productividad bajo

cierto tipo de manejo, por lo que la necesidad de seleccionar la especie idónea acompañada de las prácticas agronómicas para cada región, es un requisito indispensable para mantener la más alta productividad de la empresa ganadera (Enriquez *et al.*, 2011). Por lo anterior el objetivo del presente, fue evaluar la producción de forraje de diferentes especies y cultivares de pastos con y sin fertilización durante la época de lluvias.

Materiales y Métodos

Esta prueba se llevó a cabo en el campo experimental “La Posta” de Paso del Toro, Veracruz, localizado en el km. 22.5 de la carretera libre Veracruz-Córdoba, en la coordenada que forman el paralelo 19° 02' de latitud Norte con el meridiano 96° 08' de longitud Oeste. Según la clasificación climática de Koppen modificada por García (1987), el clima predominante en el área de influencia directa de “La Posta”, corresponde al intermedio del tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw_1), con temperaturas media, máxima y mínima son de 25.4, 31.3 y 19.5 °C, respectivamente, y una precipitación pluvial de 1336.8 mm, y una evaporación de 1379.5 mm. La altura del sitio es de 16 m.s.n.m. Los suelos predominantes son del tipo vertisol, con pH ácido de 5.4, con textura arcillosa y con un contenido de materia orgánica, de alrededor del 2.6 %. Las especies de forrajeras a evaluadas fueron: Mombaza (*Panicum maximum*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Mulato (*B. ruziziensis* X *B. brizantha*), Dictyoneura (*B. humidicola*) y Maralfalfa (*Pennisetum purpureum*). La parcela total tuvo dimensiones de 12.5 m² con un área de muestreo 1 m², para cada uno de los tratamientos. Fertilización: Las gramíneas recibieron una fertilización de 300 60 00, kg ha⁻¹ año⁻¹ de N, P y K. de los cuales se aplicaron 75 kg ha⁻¹ de N al inicio de la época de lluvias y después del corte de uniformización, posteriormente se aplicaran 25 kg de N después de cada corte, mientras que el fosforo se aplicó en una sola ocasión al inicio de la época de lluvias. La altura de corte se estuvo de acuerdo al hábito de crecimiento de cada especie, de esta forma se tiene que: los pastos Mombaza y Maralfalfa de crecimiento erecto se cortaron a una altura de 30 cm y el resto de los pastos rastreros se cortaron a 15 cm. También se tiene una subparcela simulando lo que hace el productor, es decir sin fertilización, en donde se realizará la toma de datos correspondiente. Variables medidas: Producción de materia verde, materia seca, altura y cobertura aérea de las plantas. Se tomó una submuestra de 200 g de cada parcela las cuales se secaron en una estufa de aire forzado a 50 a 55 °C. Diseño experimental: Bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, donde la parcela grande fue la especie forrajera y la subparcela el manejo (Sin fertilización vs fertilización). La información se analizó utilizando el paquete estadístico SAS 2002 y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

La precipitación pluvial que prevaleció en 2011 durante el periodo experimental, fue de un total de 911 mm, con una disminución paulatina a través de los meses, es decir de julio al 17 de noviembre se registraron 449, 317, 147, 51 y 4 mm, para cada uno de los cuatro meses y medio, lo que indiscutiblemente se reflejó en la producción de los pastos evaluados, como se podrá ver a continuación. Con respecto a los resultados de las variables estudiadas, estos se muestran en el

Cuadro 1, en donde la producción total de materia seca por especie durante el periodo de evaluación fue diferente ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (especies), con valores de 10,017a kg/ha, alcanzadas por Maralfalfa y 7437b kg/ha producidos por el pasto Insurgente, cifras que representan un 35 % superior a lo producido por el pasto insurgente. Con respecto a la altura y cobertura promedio, también hubo ($P \leq 0.05$) diferencias entre tratamientos, siendo Maralfalfa y Mombaza los pastos que alcanzaron mayor altura lo cual se debe a su hábito de crecimiento erecto; mientras que las especies de crecimiento rastrero destacaron por su mayor capacidad de cobertura del suelo con valores cercanos al 90 %.

Cuadro 1. Producción de materia seca total y altura y cobertura media obtenidos en la época de lluvias en la localidad de Paso del Toro, Veracruz.

Especie	Cultivar	MS, kg ha ⁻¹	Altura, cm	Cobertura, %
<i>B. humidicola</i>	Dictyoneura	8143 ^{ab}	51.5 ^a	85.7 ^{ab}
<i>B. Brizantha</i>	Insurgente	7437 ^b	49.9 ^a	89.1 ^a
<i>P. purpureum</i>	Maralfalfa	10017 ^a	112.6 ^b	49.0 ^c
<i>P. maximum</i>	Mombaza	7801 ^{ab}	98.9 ^b	76.2 ^b
<i>B. ruziziensis X B. brizantha</i>	Mulato	7635 ^{ab}	44.4 ^a	89.2 ^a

(Tukey $P \leq 0.05$)

Al analizar el efecto del corte, también hubo diferencias entre ellos ($P \leq 0.05$), de esta forma el corte 1 fue superior en la producción (kg ha⁻¹ de MS), tal como se observa en el Cuadro 2, esto coincidió con el inicio de la evaluación en la época de lluvias, que tuvo la mayor precipitación registrada en los cortes realizados. Posteriormente la producción se mantiene intermedia en el corte 2 y vuelve a subir en el corte 3, disminuyendo para el cuarto corte, lo cual se atribuye a la disminución de la precipitación (60 mm) y la presencia de bajas temperaturas, días más cortos y alta nubosidad, lo que propicia retrasos en el crecimiento de los pastos y bajas tasas de crecimiento, situación que ha sido ampliamente documentada por Enriquez y Romero (1999); Melendez *et al.*, (2005).

Cuadro 2. Efecto del número de corte dentro de la época de lluvias.

Corte, No.	MS, kg ha ⁻¹	Altura, cm	Cobertura, %
1	2991 ^a	91.0 ^a	70.7 ^b
2	1756 ^b	70.7 ^b	76.8 ^{ab}
3	2582 ^{ab}	78.1 ^b	85.9 ^a
4	876 ^c	46.0 ^c	78.1 ^{ab}

(Tukey $P \leq 0.05$)

La respuesta a la fertilización de los genotipos evaluados se presenta en el Cuadro 3, en donde se observan diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en todas las variables evaluadas, destacando un incremento del rendimiento en 82 % del tratamiento fertilizado vs el no fertilizado, lo que fue producto de una mayor altura y cobertura, por efecto de una mayor aportación de nutrientes a las plantas, lo que hace suponer que los suelos requieren de mayor cantidad de nutrientes para que los pastos manifiesten su potencial de producción de biomasa, lo que se reflejará en una mayor capacidad de carga de las praderas y por consiguiente una mayor producción animal por

unidad de superficie, estos resultados son muy similares a los reportados por Chandler (1983); Ramos (1985) quienes indican que la fertilización es una práctica que duplica la capacidad de carga y la producción de carne por unidad de superficie.

Cuadro 6. Respuesta de la fertilización en las variables y genotipos evaluados

Manejo	Altura de planta (cm)	Cobertura (%)	Materia seca (kg/ha)
Fertilizado	77.6 ^a	85.5 ^a	2650 ^a
Sin Fertilización	65.3 ^b	70.2 ^b	1453 ^b

(Tukey $P \leq 0.05$)

Conclusiones

Se concluye que la fertilización es una práctica de manejo que incrementa sustancialmente la producción de forraje de los pastos en general. El pasto Maralfalfa obtuvo los más altos rendimientos de forraje.

Literatura Citada

- Chandler J. V., R. Caro-Costas, F. Abruña y S. Silva. 1983. Producción y utilización intensiva de las forrajeras en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. Recinto de Mayaguez. Colegio de Ciencias Agrícolas. Estación Experimental Agrícola. Río Piedras, Puerto Rico. 229 p.
- Enríquez-Quiroz JF, Romero-Mora J. 1999. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. en Isla, Veracruz. *Agrociencia* 33(2):141-148.
- Enríquez Q, J. F., Meléndez N.F., Bolaños A. E.D. y Esqueda E. V. 2011. Producción Y Manejo De Forrajes Tropicales. INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta. Libro Técnico Núm. 28. Veracruz, México. 404 p.
- García E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). 4ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.
- Meléndez N. F., González M.J.A. y Pérez P. J. 2006. Manejo tecnológico del pasto Estrella Africana en el trópico. Gobierno del Estado de Tabasco. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, Tab., México. 79 p.
- Ortega R. L., Enríquez Q.J.F., López G. I. 2009. Producción Sustentable De Forrajes Tropicales. En: Román P.H., L. Ortega R., L. Hernández A., E. Díaz A., J.A. Espinosa G., G. Núñez H., R. Vera A., M. Medina C. y F.J. Ruiz L. H (comps). 2009. Producción de leche de bovino en el sistema de doble propósito. Libro Técnico Núm. 22. INIFAP. CIRGOC. Veracruz, México. 404 p.
- Ramos S. A. 1985. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de forrajes en zonas tropicales y subtropicales. Publicación Especial Núm. 117. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, D. F. 32 p.
- SAS. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 2002.

OBTENCIÓN DE ACEITE CON GIRASOL (*Helianthus annuus*) PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA.

SUNFLOWER OIL COLLECTION (*Helianthus annuus*) FOR BIODIESEL PRODUCTION IN THE STATE OF CHIHUAHUA.

Ezra Sául Esparza¹, Antonio H. Chávez Silva¹, Oscar Serna², Oscar A. Viramontes¹ y Guadalupe N. Aguilar¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. ²Campo Experimental La Campana –INIFAP-Chihuahua.

Resumen

El Objetivo del presente estudio fue evaluar el potencial productivo del girasol *Helianthus annuus* con los materiales Jaguar, Barracuda, Badger, Sierra, Victoria, Madero y Torino para obtención de aceite. El trabajo se realizó durante el ciclo Primavera-Verano 2011, en el Campo Experimental Delicias del INIFAP. Los cultivares se distribuyeron en un diseño al azar; con cuatro repeticiones. Se evaluó la producción de semilla y almendra, altura de planta y producción de aceite. El análisis de varianza mostró diferencias ($P < 0.05$) para variedades de girasol en altura de plantas, densidad de plantas y producción de aceite. Los genotipos Sierra y Victoria registraron la mayor producción de semilla y aceite con 3121 y 2965 kg/ha y 767 y 746 L de aceite/ha respectivamente. Badger presentó la mayor altura con 160 cm. Sierra y Victoria fueron los mejores materiales para la producción de aceite que puede ser susceptible de ser utilizados para la elaboración de biodiesel.

Palabras Claves: bioenergético, desarrollo tecnológico, biodiesel

Introducción

No cabe duda, el presente energético de la tierra pertenece al petróleo. En México, cerca del 88% de la energía primaria que se consume proviene del petróleo. Sin embargo es perjudicial para el medio ambiente la preocupación por este, han intensificado la búsqueda de fuentes alternativas de combustibles (Barriga, 2001). Una de las soluciones a corto plazo es la agro energía es la opción más viable ya que está en una fase más avanzada de madurez tecnológica. Los biocombustibles son renovables y de bajo impacto ambiental (ciclo cerrado del carbono) y son especialmente viables en países que disponen de tierras para su cultivo. La producción de biodiesel a escala comercial puede ser factible en México en el mediano plazo de realizar acciones integrales que deben incluir aspectos técnicos, económicos y medioambientales, de concertación con el sector agrario y agroindustrial así como un esfuerzo importante en investigación y desarrollo tecnológico. El análisis económico muestra que en todos los casos los precios de producción del biodiesel son mayores que el costo de oportunidad del diesel comercializado por PEMEX. En este sentido, la situación en México no es muy diferente de la de otros países, pero es más evidente dado el bajo costo del diesel de petróleo, el cual cuenta incluso con subsidios especiales dentro del sector agrícola. Los costos de producción del biodiesel tienen un rango de entre \$5.3 a \$12.4 pesos por litro equivalente. Los cultivos más competitivos para la producción de aceite son la palma, girasol y soya. Con el fin de ayudar al país a que cumpla con lo emitido en el protocolo de Kioto artículo tercero se aportara información importante sobre el girasol (*Helianthus annuus*) y su transformación a biodiesel. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto productivo y

económico de diferentes genotipos de girasol bajo riego, para producción de aceites para su transformación a biodiesel en el estado de Chihuahua, México.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Delicias del INIFAP. Localizado en el Centro Sur del estado de Chihuahua, con clima seco a una altitud de 1,167 msnm, con una precipitación promedio de 290 mm y temperatura media anual de 19.1 °C. Se evaluaron 7 materiales de girasol, siendo: Jaguar, Barracuda, Badger, Sierra, Victoria, Madero y Torino. La fecha de siembra fue el 15 de abril del 2011 y la densidad de 8 kg de semilla/ha, en surcos con separaciones de 80 cm. La fertilización consistió en la aplicación de la dosis de 100-60-00. El riego fue por gravedad, aplicando una lámina de 10 cm a pre siembra y posteriormente a los 30, 50, 70 y 90 dds (días después de la siembra), con un total de 50 cm. El ensayo de rendimientos se estableció bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue de 320 m². Se cuantificó la altura de plantas a la madurez (m). La producción de semilla (kg/ha) se realizó cuando los capítulos alcanzaron la madurez (95-110 dds), se cuantificó la producción de cascara y almendra. A la semilla colectada se le midió sus dimensiones de alto, ancho y grueso (mm). Para evaluar el contenido de aceite en la semilla se cuantificó con un extractor de grasa Tecator Soxtec System HT 1043 con éter etílico, durante un periodo de tres horas a 60 °C con base a la metodología A.O.A.C. (1975). Con base a los rendimientos de semilla y su contenido de aceite se estimó la producción total de aceite por hectárea. Se cuantificó el costo del cultivo. Los datos obtenidos en las variables se sometieron a un análisis de varianza para probar diferencias entre tratamientos, el análisis de datos se realizó con el paquete estadístico SAS (1989) usando los Modelos Lineales Generales. La comparación de medias de los tratamientos se efectuó mediante la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

El análisis de varianza mostró diferencias ($P < 0.05$) para variedades de girasol en altura y número de plantas, producción de semilla y contenido de aceite. Los resultados de altura, producción de semilla de girasol, contenido de aceite y producción de aceite por hectárea se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Altura, número de plantas, producción de semilla y contenido de aceite con variedades de girasol en Delicias, Chih.

Variedad	Altura (cm)	Plantas (No/m lineal)	Producción de semilla (kg/ha)	Contenido de aceite (%)
Victoria	104c*	6a	2965a	35.62a
Madero	145b	5b	2402a	35.29a
Torino	143b	6a	1905b	24.91b
Barracuda	143b	2c	1597c	21.04c
Badger	160a	6a	2091b	24.12b
Jaguar	122b	5b	3037a	26.41b
Sierra	154a	6a	3121a	35.82a
Promedio	138	5.14	2445.43	29.03

* Literales distintas indican diferencia ($P < 0.05$).

La altura de plantas presento un promedio de 138 cm. Badger registró la mayor altura con 169 cm y Victoria la menor altura con 104 cm. Los girasoles en promedio registran alturas de 160 cm (Aguirrezabel *et al.*, 2001). Sin embargo existen materiales que registran alturas de hasta 260cm (Silva *et al.*, 2001), la diferencia se debe a las potencialidades que encuentre el cultivo en diferentes localidades.

El número de plantas promedio que registraron los girasoles en las parcelas fue de 5.1 plantas por metro lineal. Victoria, Torino, Badger y Sierra presentaron 6 plantas por metro lineal, Madero y Jaguar 5 plantas y la menor densidad se presento en Barracuda con solo 2 plantas. El bajo establecimiento para Barracuda posiblemente fue debido a bajas temperaturas que se registraron en el mes de febrero que afectaron la calidad de la semilla.

La producción de semilla más sobresaliente se presento en Sierra, Jaguar y Victoria con 3,121, 3,037 y 2,956 kg/ha respectivamente. La menor producción se registró en Barracuda lo cual esta asociado con la baja densidad de plantas. Los valores de producción obtenidos en este estudio son similares a los obtenidos por Chávez *et al.*, (1980). La producción de semilla de girasol en México es de 1,500 kg/ha, los resultados obtenidos son el doble de dicha cantidad para los materiales más productivos.

El contenido de aceite en los materiales de girasol promediaron un 29%, este valor es bajo. La mayor parte de los estudios reportan valores del 38 al 54% (Aguirrezabel *et al.*, 2001). Victoria, Madero y Sierra presentan contenidos de aceite de un 35%, estos valores no alcanzan los mínimos reportados en la literatura.

En el cuadro 2 se presenta la evaluación del tamaño de la semilla. Jaguar y Badger son materiales de mayor tamaño, similares a los utilizados en confitería y para la alimentación de aves. Los materiales con mayores contenidos y producción de aceite correspondieron a las clasificadas con grado 2 (Avila, 2009) y son Victoria, Madero y Sierra. Torino es una semilla pequeña y su grado de clasificación es 3.

Cuadro 2. Tamaño de la semilla y su clasificación por grado de los materiales de girasol en Delicias, Chih.

Variedad	Tamaño Vertical (cm)	Tamaño Horizontal (cm)	Grueso (cm)	Grado
Victoria	1.23	0.53	0.38	2
Madero	1.20	0.65	0.36	2
Torino	0.97	0.48	0.20	3
Barracuda	1.03	0.67	0.34	2
Badger	1.39	0.65	0.38	1
Jaguar	1.50	0.85	0.38	1
Sierra	0.98	0.50	0.70	2
Promedio	1.19	0.62	0.39	

Los contenidos de almendra fueron mayores para Jaguar con un 57%, Sierra, Badger y Victoria promediaron valores de un 40% y menores a este fueron para Madero, Torino y Barracuda. Con la producción total de semilla se estimo la producción de almendra, los materiales Sierra y Victoria alcanzaron las mayores producciones con 1,720 y 1,778 kg/ha respectivamente (Cuadro 3).

Los materiales evaluados promediaron producciones de aceite de 729 L/ha. Los materiales Sierra y Victoria alcanzaron las mayores producciones con 1,097 y 1067 L/ha. Torino Barracuda y Badger registraron los valores más bajos, esta información es importante ya que nos permite el no hacer uso de materiales que presentan rendimientos bajos de aceite, dichos materiales podrían ser empleados para otros fines en la industria. Los valores finales de producción de aceite por hectárea se ajustaron a un factor de extracción del 70% (Chávez *et al.*, 2011)

Cuadro 3. Características de la semilla y producción de aceite del cultivo de girasol en Delicias, Chih.

Variedad	Almendra de la semilla (%)	Almendra (kg/ha)	Producción de aceite (L/ha) ¹	Producción de Aceite (factor de extracción de 70%)
Victoria	40	1778	1067	746.90
Madero	33	1585	840	588.00
Torino	36	1200	476	333.20
Barracuda	36	1022	335	234.50
Badger	46	1108	501	350.70
Jaguar	57	1366	789	552.30
Sierra	45	1720	1097	767.90
Promedio	41	1397	729	510.50

¹La producción de aceite se estimó con los rendimientos de semilla y contenido de aceite.

Los costos de producción para el cultivo de girasol fue de \$ 5,662.27/ha. El proceso de extracción de aceite se debe estimar para cada uno de los materiales debido a que presentan diferencias en la producción de semilla, contenido de almendra y contenido de aceite.

Conclusiones

1. Sierra y Victoria fueron los mejores materiales para la producción de aceite que puede ser susceptible para la elaboración de biodiesel.
2. Los contenidos de aceite en las semillas de los materiales evaluados fueron bajos.
3. Los materiales con semillas de tamaño intermedio son las que registraron mayor producción y contenido de aceite.

Literatura Citada

- Aguirrezabal, L. A.N., Orioli, G. A., Hernández. F., Pereyra. V. y Mirave,J. P. 2001. Girasol. Aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento. INTA. Univ Mar de la Plata. 111p.
- AOAC. 1975. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. (12 ed) Washington, DC. 20044.
- Ávila. 2009. Manual para el cultivo del girasol. INIA. Venezuela. Serie B No 20: 48p.
- Barriga, C. C. 2001. Biocombustibles: Nueva alternativa para el mundo. VI Congreso de Economistas Agrarios de Chile.
- Chávez. A. H., Serna, O., Payan, G. A., Albarran, D. y Bencomo, N. A. 2011. Producción de biodiesel con girasol (*Heliantus annus*) y camelina (*Camelina sativa*) en el estado de Chihuahua. INIFAP. CIRNOC. SELC. Folleto Técnico 32. 17p.
- Chávez, I., Rodríguez, H., Arévalo, A. y Díaz, G. 1980. El cultivo del girasol de punta de riego y temporal en el estado de Guanajuato y regiones similares. INIA. Desplegable CAEB. No 7:6p.
- SAS SAS/STAT. 1989. Users Guide version3.1. SAS Institute Cary, NC, USA.
- Silva, M., Gámez, H., Zavala, F., Cuevas, B. y Rojas, M. 2001. Efecto de cuatro fitoreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol. Ciencia. UANL. Vol IV: 69-57.

**EFFECTO DEL NITROETANO SÓBRE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO* DE LA
MATERIA SECA, FRACCIONES DE FIBRA Y PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS
GRASOS VOLÁTILES DE DIFERENTES SUSTRATOS**

**NITROETHANE EFFECTS ON *IN VITRO* DEGRADABILITY OF DRY MATTER,
FIBER FRACTIONS AND VOLATILE FATTY ACIDS OVER DIFFERENT
SUBSTRATES**

Alejandro Espinoza¹, Héctor Gutiérrez^{1*}, Alberto Muro¹, Robin Anderson², Agustín Corral⁴, Ramón Gutiérrez^{1,2}

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas.

²USDA/ARS, Southern Plains Agriculture Research Center, Food and Feed Safety Research Unit, College Station, Texas 77845 USA.

³Campo experimental Zacatecas. CIR-Norte Centro INIFAP.

⁴Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua.

Resumen

El nitroetano ha mostrado ser un potente antimetanogenico en líquido ruminal, tanto en condiciones *in vitro* como *in vivo*, sin embargo no se han estudiado sus efectos sobre la degradabilidad de ingredientes comunes. Por lo que el objetivo del trabajo de investigación fue evaluar el efecto del nitroetano sobre la producción de ácidos grasos volátiles y degradabilidad de la materia seca de 3 sustratos: rastrojo de maíz, alfalfa y alfalfa:grano de maíz (50:50). Para lo anterior, se usaron la Técnica de producción de gas *in vitro*, determinando la degradabilidad de los sustratos y la degradabilidad de las fracciones de la fibra *in vitro*, además de concentraciones molares de ácidos acético y propiónico. Los resultados indican que la adición de 9 mmol de nitroetano en el líquido ruminal y sobre los sustratos estudiados, disminuyen la producción de gas *in vitro*, pero no se ve afectada ($P < 0.05$) la degradabilidad de la materia seca, degradabilidad de la FND y FAD, ni se observaron cambios ($P < 0.05$) en la producción de ácido acético, propionico o su proporción. Por lo que se concluye que la adición del nitroetano, no modifica la degradabilidad de las fibras y materia orgánica.

Palabras clave: nitroetano, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente, degradabilidad.

Abstract

The nitroethane has proved be a potent anti methanogenic in ruminal fluid, both *in vitro* and *in vivo*, however, non studied effects on degradability of substrates (food) has been test. The objective of the research was to evaluate the effects of nitroethane on volatile fatty acid production and dry matter degradability of 3 substrates: corn straw, alfalfa and alfalfa: corn grain (50:50). The technique of gas production *in vitro* was used for determine the degradability of the substrates and the degradability of the fractions of the fiber *in vitro*, also molar concentrations of acetic and propionic acids were determined. The results indicate that the addition of 9 mmol of nitroethane in the rumen fluid and the substrates studied, decrease gas production *in vitro*, but not affected ($P < 0.05$) degradability of dry matter, degradability of NDF and FAD, no changes were observed ($P < 0.05$) in the

production of acetic acid, propionic acid or its amount. It is concluded that the addition of nitroethane does not change the degradability of the fibers and organic matter.

Keywords: Nitroetano, fermentación, ácidos grasos volátiles.

Introducción

Debido a la importancia del metano sobre el calentamiento global (Lassey, 2008), surge la necesidad de implementar estrategias tendientes a disminuir las emisiones de metano, pero las estrategias deberán ser inertes a los animales y no causarles bajas en la producción o trastornos en la cinética y fermentación ruminal. El nitroetano, ha demostrado disminuir la metanogénesis *in vitro* (Anderson *et al.*, 2003; Gutierrez-Bañuelos *et al.*, 2008) e *in vivo* (Brown *et al.*, 2011; Gutierrez-Bañuelos *et al.*, 2007), sin afectar los parámetros de fermentación ruminal y sin evidenciar un efecto adverso sobre el animal. Se ha demostrado que el nitroetano incrementa la cantidad de bacterias reductoras de nitroalcanos como la *Denitrobacterium detoxificans*, la cual metaboliza éste compuesto (Anderson *et al.*, 2000). Sin embargo, se carece de información correspondiente al efecto del nitroetano sobre la degradación de los nutrientes, incluyendo materia seca, y fibra neutro y ácido detergente. La técnica de producción de gas *in vitro* fue inicialmente propuesta por Menke *et al.*, (1979), para medir la degradabilidad y la energía metabolizable de ingredientes usados en la alimentación de rumiantes, hoy en día, se usa extensamente para evaluar la cinética de degradación de los ingredientes y nutrientes. Existen diferentes tipos de forrajes (sustratos) que consumen los rumiantes, con propiedades de fermentación específicas, dependiendo su calidad. En los diversos estudios que se han realizado con la adición de nitroetano a líquido ruminal, sólo se ha utilizado la alfalfa como sustrato, pero no se ha evaluado sobre otros sustratos. Por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del nitroetano sobre la degradabilidad *in vitro* de la materia seca, proporciones de fibra y producción de ácidos grasos volátiles de alfalfa, rastrojo de maíz y alfalfa:grano de maíz (50:50).

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal y Microbiología Ruminal de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Se utilizaron tres sustratos (rastrojo de maíz, alfalfa y alfalfa:grano de maíz 50:50), con dos tratamientos cada uno, el control añadiendo sólo agua destilada a los sustratos, y el tratamiento nitroetano con la adición de 9 mmol, realizando todos los análisis por duplicado. Mediante la técnica de producción de gas *in vitro* (Menke y Steingass, 1988), se evaluó la degradabilidad de la materia orgánica de cada sustrato para cada tratamiento durante 48 h, mediante el sistema de producción de gas ANKOM^{RF}®. Se utilizó líquido ruminal de ovino para preparar el inocuo. Al finalizar el periodo de incubación, se determinó del líquido la concentración molar de ácidos grasos volátiles y la degradación de la materia orgánica y cantidad de FND y FAD (Goering y Van Soest, 1970). La determinación de AGV se realizó usando un cromatógrafo de gases a temperaturas y tiempos distintos para cada ácido graso (Galyean, 1997). Mediante Proc Mixed de SAS, se compararon medias (LSM) de las variables, usando como factores fijos el tratamiento,

sustratos y su interacción, usando la prueba de poder Tukey ($P < 0.05$) para marcar diferencias estadísticas.

Resultados y Discusión

Los resultados indican que la adición de 9 mmol de nitroetano disminuye la producción de gas en cualquiera de los sustratos (Fig.1). Anderson *et al.*, (2010) reportó una disminución de más del 50 % en la producción de gas total, con la adición de nitroetano a incubaciones de 24 h de líquido ruminal usando como sustrato la alfalfa.

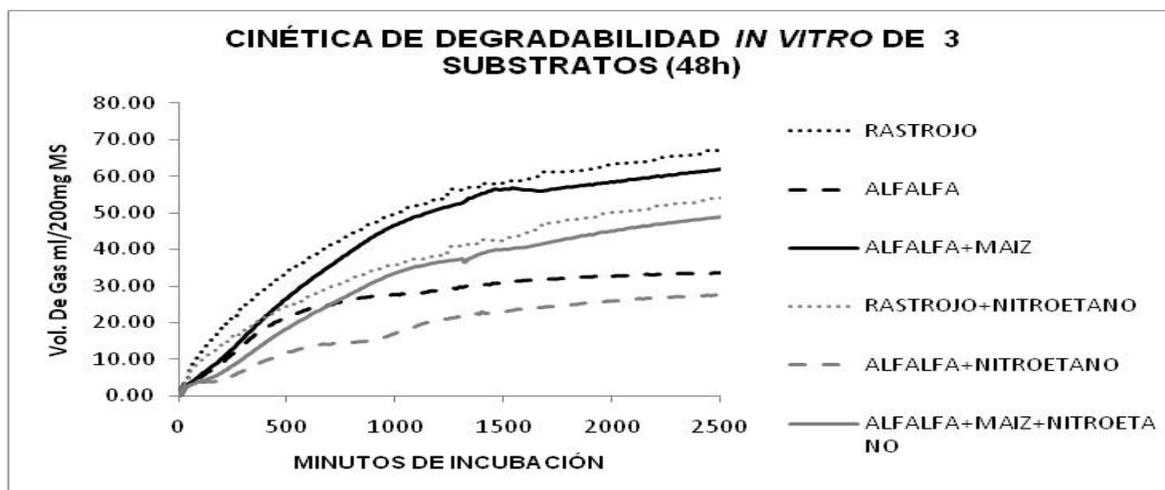


Fig. 1. Cinética de producción de gas de tres sustratos con y sin la adición de nitroetano.

No obstante los cambios en la producción de gas, no se observaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) en la proporción de AGVs, promediando 28 y 10 mmol/l en ácido acético y propiónico, respectivamente. Resultados previos han demostrado que la adición de nitroetano en concentraciones de 9 mmol, en incubaciones *in vitro* de líquido ruminal, no afecta la proporción molar de ácidos grasos volátiles (Gutiérrez-Bañuelos *et al.*, 2008). Además, en el presente experimento no se observaron cambios en la degradación de la materia seca, concentraciones de FND y FAD, siendo éstos resultados inéditos (Cuadro 1). No se observaron efectos estadísticos significativos ($P < 0.05$) en la interacción tratamiento y sustratos.

Cuadro 1. Efecto de la adición de nitroetano sobre la degradabilidad de nutrientes y producción de ácidos grasos volátiles, usando la técnica de producción de gas *in vitro*.

	Nitroetano	Control	E. E. M.	P=
A. Acético (AA)	27.63	29.14	1.27	0.28
A. Propiónico (AP)	10.31	9.56	0.87	0.42
AA:AP	2.78	3.22	0.22	0.09
*Deg. (MS)	52.14	48.93	1.67	0.19
#FND (48h)	44.57	47.38	1.50	0.20
&FAD (48h)	19.15	17.82	1.82	0.09

*Degradabilidad de la materia seca. #Fibra neutro detergente. &Fibra ácido detergente.

Cuadro 2. Efecto del sustrato sobre la degradabilidad de nutrientes y producción de ácidos grasos volátiles, usando la técnica de producción de gas *in vitro*.

	RASTROJO	ALFALFA	MAÍZ:ALFALFA	E. E	P
A. ACÉTICO	26.61 ^a	30.71 ^b	27.83 ^a	0.91	0.0021
A. PROPIÓNICO	9.14 ^a	8.54 ^b	12.13 ^b	0.72	0.0007
PROPORCIÓN A:P	2.90 ^a	3.77 ^b	2.33 ^a	0.20	<0.001
DIGMS	41.40 ^a	55.09 ^b	55.12 ^b	2.04	0.03
FND (48h)	54.12 ^a	42.51 ^b	41.30 ^b	1.84	0.03
FAD (48h)	24.55	18.20 ^b	12.71 ^b	1.31	0.03

^{ab} Literales con diferente superíndice dentro de cada variable difieren usando como prueba de poder Tukey (P<0.05).

Conclusiones

Los resultados indican que la adición de nitroetano no afecta la degradabilidad de la materia orgánica, FND y FAD, manteniendo la actividad enzimática microbiana.

Literatura Citada

- Anderson, R. C.; Callaway, T. R.; Van Kessel, J. S.; Jung, Y. S.; Edrington, T. S.; Nisbet, D. J. 2003. Effect of select nitrocompounds on ruminal fermentation: An initial look at their potential to reduce economic and environmental costs associated with ruminal methanogenesis. *Bioresour. Technol.* 90: 59-63.
- Anderson RC, Genovese KJ, Harvey RB, Stanker LH, DeLoach JR, Nisbet DJ. 2000. Assessment of the long term shedding pattern ofm Salmonella serovar choleraesuis following experimental infection of neonatal piglets. *J Vet Diagn Invest.* 12: 257–260.
- Anderson, R.C.,Huwe, J.K., Smith, D.J., Stanton, T.B., Krueger, N.A., Callaway, T.R., Edrington, T.S., Harvey, R.B., Nisbet, D.J., 2010. Effect of nitroethane, dimethyl-2 nitroglutarate and 2-nitro-methyl-propionate on ruminal methane production and hydrogen balance *in vitro*. *Biores. Tech.* 101: 5345-5349.
- Brown E.G., Anderson, R.C., Carstens G.E., Gutierrez-Banuelos, H., Mc Reynolds J.L., Slay L.J., Callaway, T. R., Nisbet, D. J. 2011. Effects of oral nitroethane administration on enteric methane emissions and ruminal fermentation in cattle. *Animal Feed Science and Technology.* 166: 275-2814.
- Galyean ML. 1997. Laboratory procedures in animal nutrition research. West Texas A & M University, Division of Agriculture.
- Goering, H.K., Van Soest, P.J., 1970. Forage fiber analysis (apparatus reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook*, vol. 379. ARS, USDA, Washington, DC, USA.
- Gutierrez-Banuelos, H., Anderson, R.C., Carstens, G.E., Slay, L.J., RamLachan, N., Horrocks, S.M., Callaway, T.R., Edrington, T.S., Nisbet, D.J. 2007. Zoonotic bacterial populations, gut fermentation characteristics and methane production in feedlot steers during oral nitroethane treatment and after the feeding of an experimental chlorate product. *Anaerobe* 13: 21–31.
- Gutierrez-Banuelos, H., Anderson, R.C., Carstens, G.E., Tedeschi, L.O., Pinchak, W.E., Cabrera-Diaz, E., Krueger, N.A., Callaway, T.R., Nisbet, D.J. 2008. Effects of nitroethane and monensin on ruminal fluid fermentation characteristics and nitrocompound-metabolizing bacterial populations. *J. Agric. Food Chem.* 56: 4650–4658.
- Lassey, K.R. 2008. Livestock methane emission: From the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. *Agric For Meteorol.* 142: 120-132.
- Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D. and Schneider, W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *J. Agric. Sci.*, 93: 217-222.
- Menke, K. H. and Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Develop.* 28:7-55.

**PROPUESTA DE MANEJO DE UN AREA DE CONSERVACION Y MANEJO
SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES RANCHO TESEACHI
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA**

**MANAGEMENT PROPOSAL FOR AN AREA OF CONSERVATION AND
SUSTAINABLE MANAGEMENT OF NATURAL RESOURCES RANCH
TESEACHI UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA**

ESPINOZA PRIETO J.R.¹, QUINTANA MARTINEZ R.M.¹, SOTO CRUZ, R.¹, ALMELA
SINECIO O.¹ PINEDO ALVAREZ C.¹, QUINTANA MARTINEZ G.¹

¹ *Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Perif.Fco.R.
Almada km.1 Chihuahua, Chih. Mex. Email: jespinoza@uach.mx*

Resumen

El objetivo de este proyecto es presentar la propuesta para establecer dentro del esquema de la Universidad Autónoma de Chihuahua y su normatividad un área de manejo natural para la conservación y manejo sustentable de los recursos naturales (suelo, agua, aire, flora y fauna) en Teseachi que está a cargo de la Facultad de Zootecnia y Ecología, con el fin de que se le reconozca como un centro de investigación y de un modelo para el manejo sustentable de los recursos naturales en un predio ganadero en el norte de México, que ofrece servicios ambientales a las comunidades rurales aledañas, como también para contar con la figura legal para obtener recursos de fundaciones, instituciones y organizaciones a favor de las áreas naturales protegidas. El predio Teseachi cuenta con una extensión de más de 12 mil has. de las cuales se destinan como actividades principales al sistema bovino productor de carne en agostadero y a la agricultura. Desde sus inicios se ha cuidado la flora y fauna como un área de conservación y de estudios para los alumnos, catedráticos e investigadores de toda la Universidad; adicionalmente se cosecha agua en las zonas altas del rancho para proveer del recurso hídrico a más de dos comunidades vecinas.

Abstract

The objective of this project is to present the proposal to establish within the Autonomous University of Chihuahua an area of natural handling for the conservation and sustainable management of natural resources (land, water, air, flora and fauna) in Teseachi in charge Faculty of Animal Husbandry and ecology, to be recognized as a research center and a model for sustainable management of natural resources in an area rancher in northern Mexico, which provides environmental services to communities surrounding rural as well as to have the legal foundations for resources, institutions and organizations for protected areas. The site has an area Teseachi over 12 thousand hectares of which are used as main activities the system bovine meat producer in grazing and agriculture. From its inception has been carefully wildlife as a conservation area and study for students, professors and researchers throughout the University, further water is harvested in the highlands ranch of water resources to provide more than two communities neighbors.

Introducción

México es considerado como uno de los 5 países con mayor biodiversidad en el mundo y en el caso del estado de Chihuahua, es de las regiones naturales con mayor biodiversidad de fauna y flora de país, donde el rancho Teseachi actualmente cuenta con la figura de un centro de estudios y de investigación para la transferencia de tecnología (CEITT) para el sector agropecuario a nivel nacional. Donde históricamente la Universidad Autónoma de Chihuahua a través de la Unidad académica responsable de este patrimonio la Facultad de Zootecnia y Ecología se han preocupado desde sus inicios de conservar la biodiversidad existente en el rancho y de manejar de manera sustentable la flora y la fauna con las diferentes operaciones ganaderas y agrícolas que se realizan. Pero resulta necesario darle el reconocimiento de área de conservación y de manejo sustentable para poder gestionar recursos que permitan a futuro asegurar este patrimonio de biodiversidad natural a los universitarios y sociedad en general.

Desde hace más de 50 años el rancho Teseachi ha servido para proporcionar servicios ambientales para las comunidades vecinas entre las que destacan:

- ✓ Protección de los recursos hídricos.
- ✓ Proporciona la captación, transportación y saneamiento de agua tanto superficial, como subterránea.
- ✓ Protege contra la erosión y sedimentación por protección contra el sobrepastoreo.
- ✓ Provee recursos y materias primas.
- ✓ Conservación del hábitat para especies de flora de interés herbolario. (Chuchupate y agrito); y de fauna: el guajolote silvestre con características raciales únicas de la región, puma, venado cola blanca, etc.
- ✓ Ayuda a regular el clima y contribuye contra el calentamiento global por el cuidado y buen manejo de su flora.
- ✓ Proporciona de manera natural un control biológico de plagas y enfermedades.
- ✓ Y finalmente dota de campo para la investigación científica y tecnológica que es la razón sustantiva del predio Teseachi por parte de la Universidad.

La Universidad por medio del CEITT Teseachi es un modelo que no está peleado el desarrollo agropecuario con la conservación de la biodiversidad. La Facultad de Zootecnia y Ecología busca promover que se puede manejar en armonía la actividad ganadera, con el cuidado de la flora y la fauna.

Se sabe que en nuestro país existen más de 170 áreas naturales de carácter federal, las cuales representan más de 25 millones de hectáreas, pero debemos de reconocer que existen también áreas protegidas estatales, comunitarias y privadas; y porque no universitarias.

Actualmente la UNAM es de las pocas instituciones educativas que cuenta con un área de reserva protegida dentro de México.

De acuerdo a la clasificación de las áreas protegidas el CEITT Teseachi por sus condiciones biofísicas y a la posibilidad de aprovechamiento comercial sustentable, quedaría dentro del grupo de áreas protegidas de flora y fauna, pero la propuesta es de crear esta área natural bajo el status de área de conservación y de manejo sustentable en la UACH bajo su normatividad, donde es el esfuerzo de muchos años de varios investigadores, catedráticos y estudiantes de la Universidad Autónoma de Chihuahua liderado por especialistas de la

unidad académica de la Facultad de Zootecnia y Ecología, en las áreas de recursos naturales y de producción animal primordialmente, que buscan darle el distintivo de área de conservación y de manejo sustentable a este patrimonio de toda la Universidad y de la comunidad en general.

Materiales y Métodos

El área de protección de conservación y de manejo sustentable se pretende establecer en el CEITT Teseachi que está ubicado en el kilómetro 210 al noroeste de la Capital del Estado de Chihuahua, con la ubicación geográfica con las siguientes coordenadas 28° 51' de latitud norte y 107° 27' longitud oeste del Meridiano de Greenwich. Donde el clima preponderante es semi-seco templado con una precipitación que va de 400 a 600 mm, con una media de 497.6 mm, siendo julio y agosto los meses más lluviosos, mientras que los más secos son marzo y abril; la temperatura media anual es de 14.3 ° C la mínima extrema es de -9.6 ° C y la máxima extrema de 35.7 ° C. las primeras heladas se presentan en octubre y las últimas en abril, con un promedio de 177 días libres de heladas. La altitud máxima es de 2,700 msnm y la mínima de 1920 msnm. Donde la vegetación preponderante es pastizal mediano abierto, pastizal amacollado arbosufrutescente, chaparral de encino, bosque de pino piñonero-encino y bosque templado.

Entre las principales especies que componen el bosque de encino-pino piñonero se encuentran las siguientes: el estrato arbóreo está constituido por *Arbutus arizonica*, *Juniperus deppeana*, *Pinus cembroides*, *Quercus arizonica*, *Q. emory* y *Q. oblongifolia*. Las arbustivas más importantes son: *Ceanothus fendleri*, *Cercocarpus breviflorus*, *Dasyliirion wheeleri*, *Mimosa dysocarpa* y *Rhus trilobata*. Las principales gramíneas presentes son: *Andropogon gerardii*, *Bouteloua curtipendula*, *Elyonurus barbiculmis*, *Lycurus phleoides*, *Mulhembergia emersleyi*, *M. montana* y *M. rígida*.

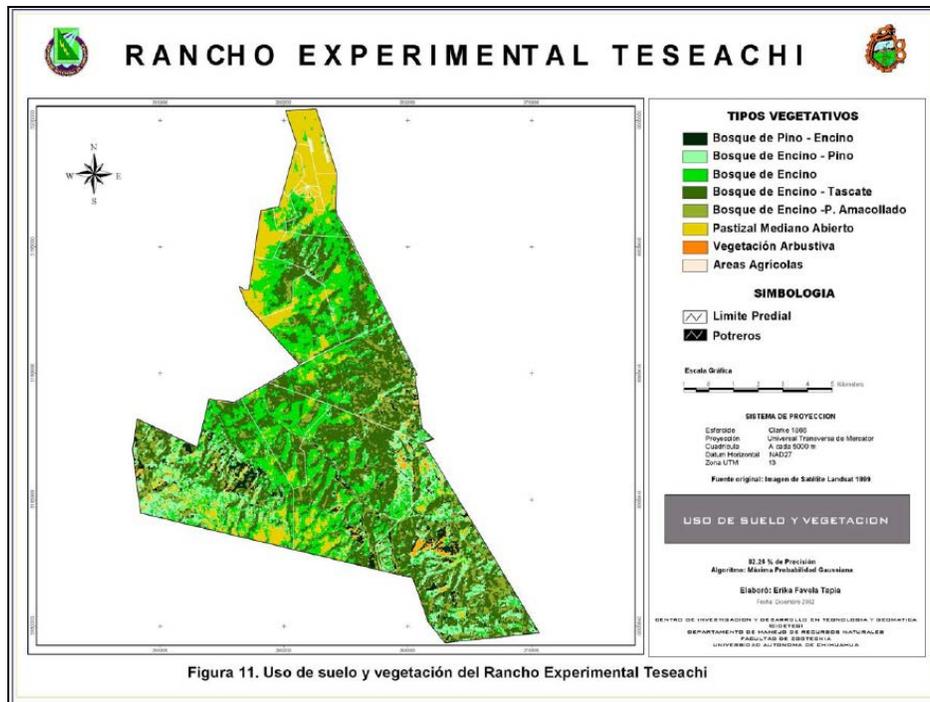


Figura 11. Uso de suelo y vegetación del Rancho Experimental Teseachi

Entre las especies animales más comunes que se encuentran en el predio se tienen registros visuales de oso negro, puma, venado cola blanca, zorro, coyote, gato montés, etc.

Para esta propuesta se tomaron en cuenta inventarios de flora y fauna previamente determinados en trabajos anteriores desde 1985 hasta la fecha, como algunas tesis desarrolladas en el predio, para cotejarlo en base a la Norma oficial Mexicana 059, para verificar su categoría y obtener una lista de especies protegidas y a considerar para el CEITT Teseachi como un área de conservación y de manejo sustentable. Adicionalmente también se revisó la guía del PROGAN de Chihuahua para determinar el uso Sustentable de Recursos naturales para la producción primaria, componentes de producción pecuaria sustentable y ordenamiento ganadero en coordinación con el Gobierno Federal, la SAGARPA e INIFAP.

Se considerarían dos esquemas de manejo; el primero de conservación y manejo sustentable en proporción 70 % a 30 % respectivamente ubicado en una superficie de 6 mil has. Correspondientes a los potreros denominados las coloradas, los alamillos y las lajas. Esta primera zona es la región más montañosa y propia para la vida silvestre. La segunda bajo el esquema de manejo sustentable y conservación 70 % y 30 % respectivamente en el resto de la superficie en donde se incluye además de actividad pecuaria, la agricultura.

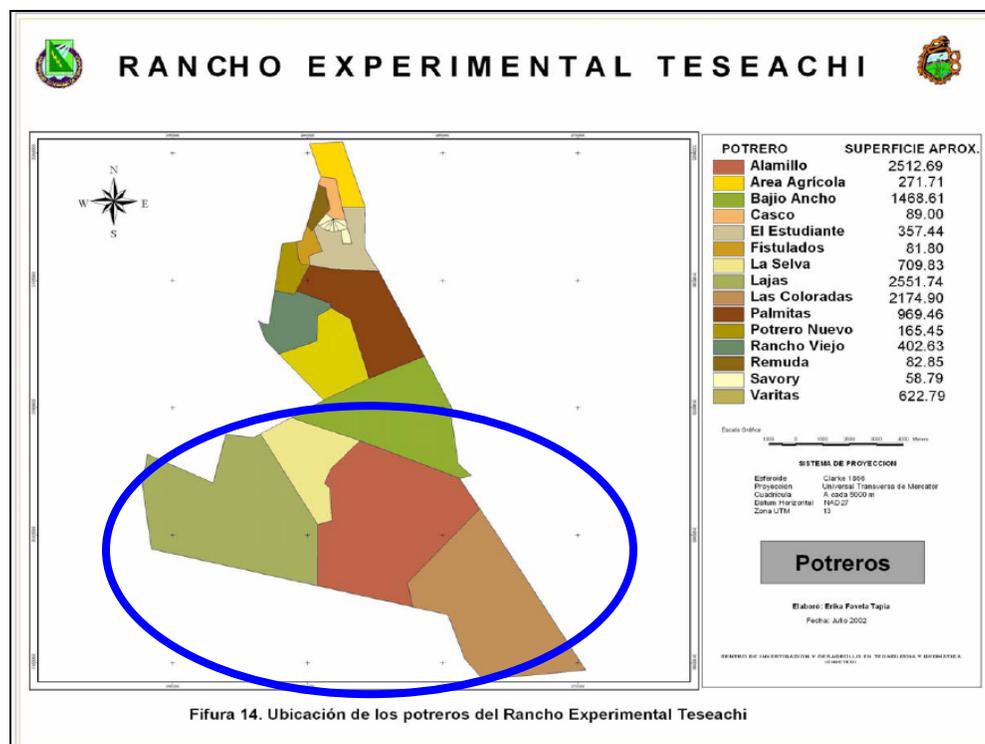


Figura 14. Ubicación de los potreros del Rancho Experimental Teseachi

Resultados y Discusión

Al realizar la investigación documental y de campo con los investigadores de las diferentes áreas; se concluyó que el CEITT Teseachi se ha manejado históricamente como un área de conservación y de manejo sustentable de sus recursos naturales, pero resulta necesario darle este distintivo en la Universidad y en la sociedad para seguir preservando este patrimonio. De las más de 50 especies de aves se determinaron de acuerdo a la NOM. 059 que se pueden citar algunas de ellas como ejemplo:

- *Anas platyrhynchos* (Pato Mexicano) (amenazado)
- *Accipiter cooperii* (Azor de Cooper) (en protección especial)
- *Buteogallus anthracinus* (Halcón negro común) (en protección especial)
- *Cyrtonyx montezumae* (Codorniz Arlequín) (en protección especial)
- *Accipiter Striatus* (Azor de Cooper) (en protección especial)
- *Athene cunicularia* (lechuzilla llanera) (en protección especial)
- *Amphispiza bilineata* (zacatonero garganta negra) (Amenazado)
- *Junco hyemalis* (Junco ojo oscuro) (en protección especial)
- *Dendroica coronata* (chipe coronado) (Amenazado).
- *Aquila chrysaetos* (Águila real)(peligro de extinción).

Para animales se pueden mencionar los siguientes:

- *Linx rufus* (gato montés)(en peligro de extinción)
- *Ursus americanus* (Oso negro)(peligro de extinción)
- *Felis concolor* (Puma))(peligro de extinción)
- *Meliagris gallopavo* (Guajolote silvestre)(amenazado)

- *Lepus californicus* (liebre) (peligro de extinción)
- *Oncorhynchus* spp (trucha nativa)
- *Corynorhinus* spp (murciélagos varias especies)(interés especial)
- *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca)

Para la flora se pueden citar los siguientes ejemplos:

- *Pinus Chihuahua* (pino)
- *Abies concolor* (abeto del colorado)(en protección especial)
- *Quercus* spp (encinos varias especies)
- *Arracacia* spp (Chuchupate) (interés herbolario)
- *Rhus trilobata* (agrito)(interés herbolario)
- *Yucca* spp

Dada la gran extensión de superficie y la gran biodiversidad presente en el CEITT Teseachi se pretende seguir realizando las acciones necesarias que permitan la conservación y el manejo sustentable de este patrimonio universitario, mediante el reconocimiento del distintivo de área de conservación y de manejo sustentable de los recursos naturales del Rancho Teseachi de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Conclusiones

Es necesario promover mayor investigación para poder inventariar los componentes de flora y fauna en el CEITT Chihuahua, como involucrar la concurrencia de instancias Universitarias, gubernamentales, no gubernamentales y privadas en el proceso de la capacitación, investigación, manejo y asistencia técnica relacionados en temas de conservación y manejo sustentable de recursos naturales con la producción agrícola y ganadera en Chihuahua y en el norte de México. Resulta necesario hacer más trabajo e investigación por parte de los diferentes especialistas de la UACH para cuantificar todas aquellas especies presentes en el predio y bajo la NOM. 059, sobre todo en réptiles, mamíferos, como actualizar el inventario floral y terminar los estudios de las aves, etc.

Literatura Citada

- Álvarez, A. Enrique 1986. Evaluación de tres sistemas de alimentación en la crianza de vaquillas de reemplazo. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Hernandez, Q. N. 2006. Análisis de los pastizales del rancho Teseachi con datos integrados Landsat TM – IRS 1C y modelos digitales del terreno en alta resolución espacial. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Morales, S. A. 1997. Mapeo de vegetación del predio Teseachi mediante imágenes satelitales Landsat-TM. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Venegas, H. D. 1993. Composición botánica de la dieta del venado cola blanca durante los meses de otoño e invierno. Universidad Autónoma de Chihuahua.

**CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA, DEGRADABILIDAD *IN VITRO* Y
PERFIL NUTRICIONAL DE *Larrea tridentata* Y *Astragalus spp.***

**BROMATOLOGICAL CHARACTERIZATION, *IN VITRO* DEGRADABILITY AND
NUTRITIONAL PROFILE OF *Larrea tridentata* AND *Astragalus spp.***

Carlos V. Favela,¹ Alberto Muro,¹ Romulo Bañuelos,¹ Carlos A. Medina,¹ Francisco J. Gutierrez,¹ y Héctor Gutierrez.^{1*}

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas. Carretera Panamericana Zacatecas-Fresnillo km 36.5. Tel. 478 9851255. Correo electrónico. gtzbahector@hotmail.com

Resumen

La ganadería de tipo extensivo representa una actividad importante, que requiere de investigación para hacerla eficiente, los pastizales de los agostaderos constituyen la principal fuente de forraje natural que alimenta al ganado, sin embargo, existen ingredientes no convencionales que pueden ser utilizados por los rumiantes bajo condiciones ambientales adversas, de forma estacional. Con el objetivo de determinar la calidad nutricional de ingredientes no convencionales se realizó la caracterización bromatológica, la degradabilidad *in vitro* y se calculó el perfil nutricional de: *Astragalus Spp.* (Ast), *Larrea Tridentata* (Lar), y *Medicago sativa* (Med) como ingrediente control. Se usaron la Técnica de producción de gas *in vitro* para estimar la degradabilidad de los ingredientes, la caracterización bromatológica (AOAC), análisis de fibras detergentes, y además se calculó el perfil nutricional de los ingredientes. Se obtuvieron y compararon medias (LSM) de las variables buscando el efecto ingrediente mediante el paquete estadístico SAS. Los resultados mostraron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) de todas las variables, entre los ingredientes evaluados, obteniendo valores de 10.12, 9.38, y 26.5 para PC (%BS), 56.61, 22.90, y 49.63 para FND (%BS) y 39.95, 12.30, y 19.06 de FAD (%BS), respectivamente para Ast, Lar, Med. Además, se observó que Ast, mostró mayor degradabilidad a comparación de Lar, pero estas encontrándose por debajo de la degradabilidad de Med. En el perfil nutricional en donde la energía (Mkal/kg) obtuvo los valores de 2.36, 3.06, 2.70 para EM, respectivamente para Ast, Lar, Med. Con lo cual podemos concluir que las plantas no convencionales presentan una excelente opción ya que al menos garantizan los requerimientos de mantenimiento de los rumiantes.

Palabras clave. Caracterización bromatológica, *Larrea tridentata*, *Astragalus spp.*

Abstract

In order to determine the nutritional quality of unconventional ingredients made bromatological characterization, *in vitro* degradability and nutritional profile: *Astragalus spp.* (Ast), *Larrea tridentata* (Lar), using as a control ingredient *Medicago sativa* (Med). Rangelands are the main source of natural fodder fed to livestock, but there are conventional ingredients, which are consumed in small quantities, under adverse environmental conditions or seasonal basis. By gas production technique was evaluated *in vitro* degradability of the ingredients, and performed the characterization and analysis bromatological fibers using techniques AOAC detergent fiber analysis of Van Soest and also conducted a nutritional profile. We conducted a comparison of means (LSM) between the variables of each

ingredient. The results showed statistical differences ($P < 0.05$) of all variables among the ingredients tested, obtaining values of 10.12, 9.38, and 26.5 for PC (% BS), 56.61, 22.90, and 49.63 for NDF (% BS) and 39.95, 12.30, and 19.06 of FAD (% BS), respectively for Ast, Lar, Med. Also, it was observed that Ast, showed greater degradability Lar comparison, but these being below the degradability of Med. Values of ME (Mcal/kg) obtained was 2.36, 3.06 and 2.70 respectively for Ast, Lar, and Med. It is concluded that unconventional plants are good option to accomplish maintenance requirements of small ruminants.

Introducción

El estado de Zacatecas se caracteriza por tener una actividad económica sustentada básicamente en el sector primario, donde la ganadería bajo un sistema de producción extensivo es una de sus principales actividades (Serrato *et al.*, 1999). La ganadería de tipo extensivo representa una actividad importante, que requiere de investigación para hacerla eficiente (Silva *et al.*, 2000). Los pastizales de los agostaderos constituyen la principal fuente de forraje natural que alimenta al ganado, sin embargo, existen ingredientes no convencionales que pueden ser utilizados por los rumiantes bajo condiciones ambientales adversas, de forma estacional o que están delimitadas a determinadas áreas geográficas. En el norte de México existe una gran diversidad de comunidades vegetales, que son consumidas por los animales domésticos y la fauna silvestre. Por diversos factores económicos, ambientales, nutricionales y de salud, se hace necesario y obligado el conocimiento científico de aquellas especies vegetales que, mediante el manejo apropiado, permitan tanto la adecuada administración ambiental, como el aprovechamiento y la producción sostenible de alimentos y materias primas (Benavides y Hernandez, 2010). Además, el incremento en los costos de ingredientes convencionales y su baja en la disponibilidad, ya sea por sequías o su uso en la generación de biodiesel, ha generado la necesidad de comprender mejor el uso de ingredientes silvestres o locales disponibles, con potencial alimenticio, de tal forma que bajo sistemas de pastoreo específicos, provean alternativas de aprovechamiento forrajero para las diversas clases de rumiantes (Benavides y Hernandez, 2010).

Diversas variedades de *Astragalus spp.*, se encuentran ampliamente distribuidas en regiones del semi-desierto zacatecano. Son plantas de tallo o arbustos pequeños, con flores de colores azul, blanco o púrpura (Tong, 2008). La mayor parte de las especies brotan a principios de primavera, por lo general antes que los pastos nativos, floreciendo por lo general en mayo o junio. El ganado en general no consume estas plantas, a menos que se presente una escasez crítica de forraje, pero una vez que los animales se han visto forzados a consumirlas, se vuelven adictos y la comerán aunque exista abundancia de forraje (Aguade y Chávez, 2005). No obstante, algunas variedades llegan a ser tóxicas cuando ovinos y bovinos las consumen en grandes cantidades, en caprinos o en bajas cantidades no se reportan problemas de intoxicación. En el caso de *Larrea tridentata*, es un arbusto de hoja perenne de 1 a 3 m de altura, ramificado, las hojas son brillantes y gruesas. Las flores son completas con 5 pétalos amarillos y la fruta es redonda. La planta es resistente a la sequía y sobrevive donde otras especies no lo hacen, ya que recoge una buena cantidad de agua, incluso en la lluvia ligera y mantiene una fotosíntesis neta en las tierras secas (Arteaga *et al.*, 2005). A pesar de que no es consumida ampliamente por el ganado, resultados preliminares indican que las cabras la consumen moderadamente a lo largo del año. No obstante la utilización de éstas plantas como ingredientes no convencionales, la información nutricional para la alimentación de rumiantes es limitada.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue realizar la caracterización bromatológica, degradabilidad *in vitro* y perfil nutricional de *Astragalus spp* (Ast), *Larrea tridentata* (Lar), y *Medicago sativa* (Med) como ingrediente control.

Materiales y Métodos

Este experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Metabolismo Animal y Fisiología Ruminal de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria Y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Se usaron muestras de *Astragalus spp.*, y *Larrea tridentata* (Gobernadora), tomadas en regiones semiáridas del estado y *Medicago sativa* (alfalfa) obtenida en la Unidad Académica. Se realizó un diseño de bloques totalmente al azar, Mediante el análisis bromatológico (AOAC) se determinó la MS, cenizas, y PC. Además se fraccionó la fibra determinando la FND y FAD mediante el Análisis de Fibras Detergentes de Van Soest. Para evaluar la degradabilidad se utilizó la Técnica de producción de gas *in vitro*. Y se realizaron perfiles nutricionales para EM, ENm y ENg (NRC, 2001). Se realizaron comparaciones de medias (LSM) para evaluar el efecto de la planta y se usó como prueba de poder Tukey $P < 0.05$ para asegurar diferencias. El análisis estadístico se realizó usando el paquete estadístico SAS.

Resultados y Discusión

La caracterización bromatológica se puede observar en el cuadro 1 donde se pueden observar diferencias estadísticas ($P < 0.05$), así mismo se observa que la proteína de la *Larreatridentata* y de algunas variedades de *Astragalus* nos garantizan al menos los requerimientos de mantenimiento en rumiantes (NRC).

Cuadro 1. Análisis proximal de ingredientes no convencionales usados en la alimentación de rumiantes.

Variables	Astragalus spp.	Larrea tridentata	Medicago sativa.	EEM	P
MO	90.2 ^a	92.6 ^b	88.2 ^c	0.06	<0.0001
Cenizas	9.76 ^a	7.34 ^b	11.75 ^c	0.049	<0.0001
PC	10.12 ^a	9.38 ^b	26.5 ^c	0.25	<0.0001
FND	56.6 ^a	22.9 ^b	43.63 ^c	1.2	<0.0001
FAD	35.95 ^a	12.29 ^b	19.06 ^c	0.16	<0.0001

Valores con diferente superíndice dentro de cada variable difiere $P < 0.05$ usando como prueba de poder Tukey.

Los resultados indican que *Medicago sativa* tiene la mayor tasa de producción de gas (degradabilidad), seguida *Larrea tridentata* y *Astragalus spp*. Sin embargo, las cinéticas de producción de gas de *Astragalus spp* y *Larrea tridentata*, demuestran mejor degradabilidad que la mayoría de los rastrojos.

En cuanto a los perfiles nutricionales, las energías (Mkal/kg) obtuvieron valores de 2.36, 3.06, 2.70 para EM, 1.70, 2.29, 1.98 para ENm, 1.25, 1.70, 1.46 para ENg, respectivamente para Ast, Lar, Med. En donde podemos observar que al menos garantizan moderadas tasas de ganancia en animales de crecimiento y tasas de mantenimiento de animales no reproductivos en pequeños rumiantes (NRC, 2007).

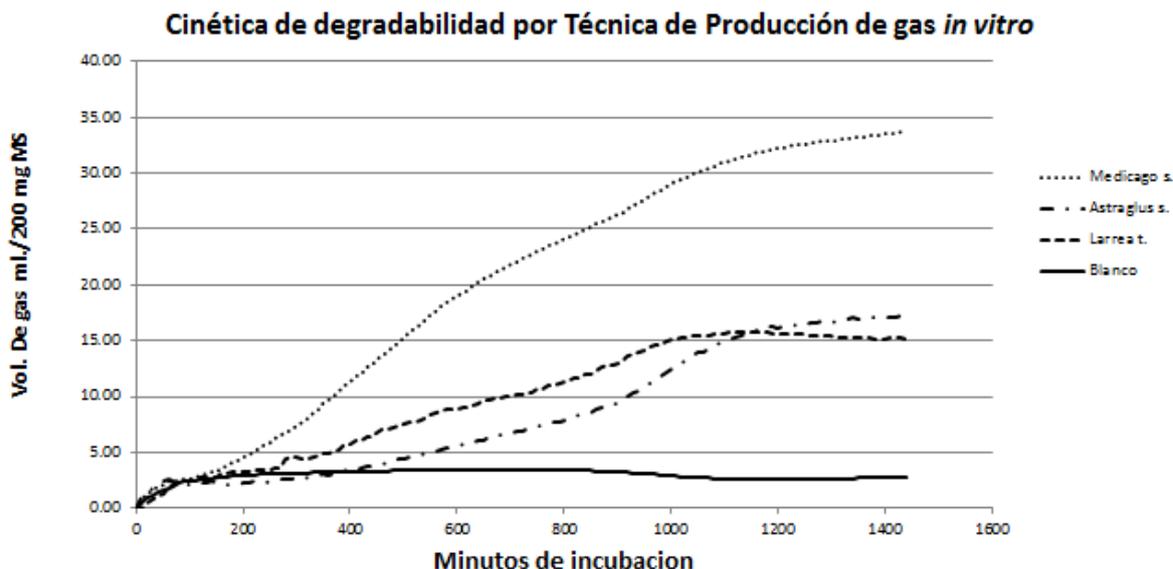


Figura 1. Cinética de producción de gas de ingredientes no convencionales usados en la alimentación de rumiantes.

El conocimiento del perfil nutricional de ingredientes no convencionales, permitirá implementar mejores sistemas de suplementación en rumiantes en condiciones de agostadero, realizando un mejor aprovechamiento de ingredientes disponibles en los propios agostaderos. Además, el gran aporte que nos pueden brindar plantas nativas que la mayoría de los ganaderos no toman en cuenta dentro de sus agostaderos, debido a su consumo bajo y estacional, pero necesarios para la supervivencia de los rumiantes.

Conclusiones

Con lo cual podemos concluir que las plantas no convencionales presentan una excelente opción ya que al menos garantizan los requerimientos de mantenimiento de pequeños rumiantes y moderadas tasas de ganancia en animales en crecimiento.

Literatura Citada

- Aguadé Pijoan P., J.A. Chávez Durón. 2005. Plantas tóxicas para el ganado: su identificación, manejo y control. INIFAP disponible en <http://geocyt.com>
- Arteaga S., A. Andrade-Cetto, R. Cárdenas. 2005. *Larrea tridentata* (Creosote bush), an abundant plant of Mexican and US-American deserts and its metabolite norhydroguaiaretic acid. *J. of Ethnopharmacology* 98: 231-239.
- Benavides Mendoza A, R. Hernández Valencia. Tratado de Botánica. Económica Moderna. 2010. Obtenido de UAAAN. p 1-125
- Martins S. Amarim L.C.E. Peixoto S.S.T. et al. 2012. An antibacterial activity of crude methanolic extract and fractions obtained from *Larrea Tridentata* leaves. *Industrial Crops and Products* 41; 6- 306:311.
- Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 2001
- Nutrient Requirements of small Ruminants, 2007
- Serrato S., R. C. C.M., Valencia, O. F., Del Rio. 1999. Interrelaciones entre variables del suelo y de las gramíneas en el pastizal semiárido del norte de Durango. *TERRA*, 17 (1):27-34.
- Tong D. et al. 2008. Analysis of several serum enzymes and blood urea nitrogen of swainsonine-HSA immunized goats. *Vegetabilis* 2: 447. 1825.

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE *Tillandsia recurvata* (PAXTLE)

NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF *Tillandsia recurvata* (PAXTLE)

Héctor Gámez¹, Jorge Urrutia¹, Sergio Beltrán², Catarina Loredó², Francisco Echavarría³,
María Teresa Rivera¹, José F. Cervantes Becerra¹.

¹Campo Experimental San Luis, CIRNE-INIFAP; ²Facultad de Agronomía, UASLP. ³Unidad Académica Veterinaria, UAZ.

Resumen

Con el objetivo de determinar la calidad nutritiva de *Tillandsia recurvata* (paxtle) como posible fuente de alimento para el ganado, se determinó su valor nutritivo a nivel de laboratorio. Se tomaron cuatro muestras de paxtle en tres sitios del estado de San Luis Potosí (Altiplano Norte, Altiplano Centro y Zona Media, que corresponden a los climas semi-seco templado, seco templado y seco semi-cálido, respectivamente) (COTECOCA 1974), en cuatro épocas del año (diciembre, marzo, junio y septiembre). Las muestras se analizaron con el método NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) y los resultados se compararon por medio de ANDEVA con un modelo de efectos fijos, considerando el sitio y la época del año como efectos fijos. Cuando se detectaron diferencias entre tratamientos se aplicó la prueba de Tukey (0.05). Se observaron efectos ($P < 0.05$) tanto del sitio de muestreo como de la época del año y de la interacción en la mayoría de las variables estudiadas. Los promedios generales obtenidos fueron: Materia orgánica $88,79 \pm 3.88$, Proteína cruda $6,05 \pm 0.66$, TND $42,91 \pm 2.87$, FDA $44,43 \pm 2.19$, FDN $74,11 \pm 2.32$, lignina $10,86 \pm 1.32$, carbohidratos no fibrosos $13,67 \pm 1.00$ y cenizas $11,21 \pm 3.88$. Se concluye que con las características nutricionales que posee *Tillandsia recurvata* puede ser considerada como una fuente potencial de alimento para el ganado en cualquier época del año.

Introducción

El mezquite (*Prosopis* spp.) constituye uno de los recursos de mayor importancia ecológica y económica en la región semiárida del norte centro de México (Díaz et al., 2005). Desgraciadamente, la mayoría de los bosques de mezquite se encuentran invadidos por la epífita *Tillandsia recurvata* (paxtle), ocasionando la muerte parcial o total de los árboles (Beenzing y Seemann, 1978), amenazando con la desaparición gradual de áreas extensas de bosque.

A la fecha, es poco lo que se ha hecho para controlar esta epífita. Una posible forma es utilizarla como fuente de alimento para los animales. En diversos sitios de la región semiárida de México los caprinocultores la arrancan para que se la coman los animales, en especial en la época crítica del estiaje, cuando la disponibilidad de forraje es escasa. A pesar de que esta práctica está bastante extendida, no existen estudios disponibles sobre el valor nutricional de esta epífita y mucho menos sobre la variabilidad que experimenta debido a las condiciones ambientales. El objetivo del presente estudio fue determinar la calidad nutritiva de la epífita *Tillandsia recurvata* obtenida en tres sitios ecológicos distintos y en cuatro épocas del año.

Materiales y Métodos

Descripción de los sitios

El estudio se realizó en tres sitios del Estado de San Luis Potosí: Altiplano Norte, Altiplano Centro y Zona Media, que corresponden a los climas semi-seco templado, seco templado y seco semi-cálido, respectivamente.

1. Altiplano Norte: sitio ubicado en el municipio de Cedral, ubicado a 23° 48' 35.2" Latitud Norte, 100° 42' 57" Longitud Oeste y una altitud de 1700 m.s.n.m. El clima corresponde a semiseco-templado (García, 1973). La precipitación media anual es de 413.6 mm, con una temperatura media anual de 17.0°C, temperaturas media mínima anual de 7.7°C y máxima anual de 26.2°C. La temporada de lluvias (meses con más de 20 mm) abarca los meses de abril a octubre (Medina et al., 2005). La vegetación dominante es un bosque caducifolio espinoso de Prosopis, formado por: Mezquite Prosopis laevigata siendo éste dominante en el área; costilla de vaca Atriplex canescens (Pursh) Nutt, gobernadora Larrea tridentata (Sessé & Moc. ex DC.) Coville, chaparro amargoso Castela texana, tasajillo Opuntia leptocaulis (DC.) F.M.Knuth, nopal rastrero Opuntia rastrera Weber, panalero Lycium berlandieri Dun, y saladilla Suaeda nigra (Raf.) Macbride; las gramíneas más abundantes son: navajita salina Bouteloua chasei Swallen, R. Arizpe, zacatón alcalino Sporobolus airoides (Torr.) Torr, zacate búfalo Buchlōe dactyloides, zacate mezquite Hilaria belangeri (Steud.) Nash, y pajita tempranera Setaria macrostachya H.B.K. (COTECOCA 1974).

2. Altiplano Centro: el sitio está ubicado en el Huizache, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P, ubicado a 22° 14' 03" Latitud Norte, 100° 53' 11" Longitud Oeste y una altitud de 1850 m.s.n.m. El clima predominante es seco templado (García, 1973). La precipitación media anual es de 380.5 mm, con una temperatura media anual es de 17.0°C, temperaturas media mínima anual de 10.2°C y máxima anual de 23.8°C. La temporada de lluvias (meses con más de 20 mm) abarca los meses de mayo a octubre (Medina et al., 2005). La vegetación dominante es del tipo Bosque Caducifolio Espinoso de Prosopis, está formado por: Mezquite Prosopis laevigata, siendo esta la dominante en el área; crucetos Condalia lycioides y C. mexicana y chaparro amargoso Castela texana; por lo que respecta a gramíneas las más abundantes son: Navajita Bouteloua gracilis, banderilla Bouteloua curtipendula, navajita morada Bouteloua radicata, zacate búfalo Buchlōe dactyloides, pajitas Setaria pps. y tres barbas perenne Aristida spp. (COTECOCA 1974).

3. Zona Media: el sitio está ubicado en los Llanos de Angostura, municipio de Río Verde, ubicado a 22° 03' 24.5" Latitud Norte, 100° 01' 23.6" Longitud Oeste y una altitud de 1070 m.s.n.m. Este sitio de muestreo está localizado en Llanos de Angostura, municipio de Ciudad Fernández, S.L.P. El clima es seco-semi-cálido (García, 1973). La precipitación media anual es de 402.7 mm, con una temperatura media anual es de 21.0°C, temperaturas media mínima anual de 12.6°C y máxima anual de 29.4°C. La temporada de lluvias (meses con más de 20 mm) abarca los meses de abril a octubre (Medina et al., 2005). La vegetación de este sitio está caracterizada por un bosque Caducifolio Espinoso de Prosopis; siendo las especies más importantes que se encuentran en este sitio: Mezquite Prosopis laevigata, granjero Celtis pallida (Klotzsch) Liebm, crucetos Condalia lycioides (Gray) Weberbauer, C. mexicana Schlecht y chaparro amargoso Castela texana (Torr. y Gray); por lo que respecta a gramíneas las más importantes son: pasto banderilla Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr, navajita morada Bouteloua radicata (Fourn) Griffiths, zacate búfalo Buchlōe dactyloides (Nutt.) Engelm, pajitas Setaria spp., y tres barbas perenne Aristida spp. (COTECOCA, 1974).

Toma y Análisis de Muestras

Se tomaron cuatro muestras de paxtle, a través de la colecta de un kilogramo de “borlas” de paxtle por muestra, extraídas al azar en poblaciones de mezquite en los tres sitios experimentales antes señalados. El muestreo se repitió en cada una de las estaciones del año. Las muestras fueron depositadas en bolsas de papel y posteriormente se enviaron al laboratorio. Se determinaron el contenido de proteína cruda (PC), proteína soluble (PS), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), lignina (L), carbohidratos no fibrosos (CNF), grasa cruda (GC), total de nutrientes digestibles (TND), energía metabolizable (EM) y valor relativo del forraje (VRF), usando el método NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy).

Los resultados obtenidos para cada variable se analizaron por ANOVA por medio de un modelo de efectos fijos, en los que se incluyeron el sitio de muestreo y la época del año. Cuando se encontraron diferencias al nivel de 0.05, se aplicó la prueba de Tuckey para comparación de medias en el mismo nivel. Para los análisis se utilizó el paquete estadístico JMP Star Statistics (Ver 4.0.3. Academic).

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se muestran los valores promedio de algunas características nutricionales, junto con los valores de F calculada debida a los efectos del sitio de muestreo, de la época en que se realizó el muestreo y a la interacción de ambos factores.

Cuadro 1.- Valores promedio (\pm DE) de algunas características nutricionales y valores de F de los efectos del sitio de muestreo, época del año e interacción de los dos factores.

	Promedio	Sitio	Época	Interacción
Materia Orgánica	88,79 \pm 3.88	<,0001	0,0695	0,2092
Proteína Cruda (PC) %MS	6,05 \pm .66	<0,0001	0,0016	0,0115
Nutrientes Total Digestibles (NTD) %MS	42,91 \pm 2.87	<0,0001	0,0012	0,0192
Fibra Detergente Acido (FDA)	44,43 \pm 2.19	0,0004	<0,0001	0,4088
Fibra Detergente Neutral (FDN) %MS	74,11 \pm 2.32	<0,0001	0,0041	0,1091
Lignina, Detergente Acido (LDA) % MS	10,86 \pm 1.32	0,0064	<0,0001	0,0129
Carbohidratos No Fibrosos (CNF)	13,67 \pm 1.00	0,1421	<0,0001	0,1297
Cenizas	11,21 \pm 3.88	<,0001	0,0695	0,2092

Se puede observar que el contenido de materia orgánica es muy elevado, aunque el de proteína cruda es relativamente bajo, aunque mayor al que se reporta para el nopal (Pinos et al., 2006), maguey (Pinos-Rodríguez et al., 2008) y la mayoría de los residuos de cosecha (Urrutia et al., 1982), que por lo general no supera el 4%. Esto, junto con los elevados contenidos de fibra detergente ácido hace del paxtle un forraje de mediano a bajo valor nutritivo.

En las Figuras 1-8 se muestran los efectos del sitio y de la época de muestreo para algunas de las variables de valor nutritivo obtenidas en *Tillandsia recurvata*. En general se observaron efectos tanto del sitio de muestreo como de la época en la mayoría de las variables estudiadas (Cuadro 1). Sin embargo, al observar el comportamiento de las distintas variables se puede observar que no siguieron la misma tendencia. Mientras que en el contenido de materia orgánica tendió a elevarse de diciembre a septiembre en los tres sitios de muestreo, probablemente debido a las mejores condiciones de humedad ambiental, el contenido de proteína siguió distintas tendencias en los tres sitios. En forma similar, el contenido de FDA

aumentó de diciembre a marzo y junio, pero descendió nuevamente en septiembre, a diferencia de la FDN que se elevó gradualmente de diciembre a septiembre. En cambio, los contenidos de lignina y de carbohidratos no fibrosos permanecieron relativamente estables a lo largo del estudio.

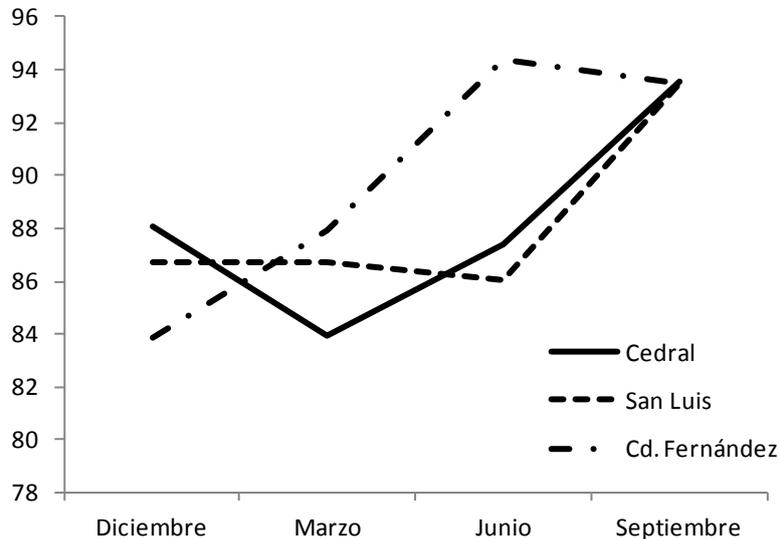


Figura 1. Contenido de materia orgánica (% de M.S.) de *Tillandsia recurvata* en tres sitios y en cuatro épocas del año.

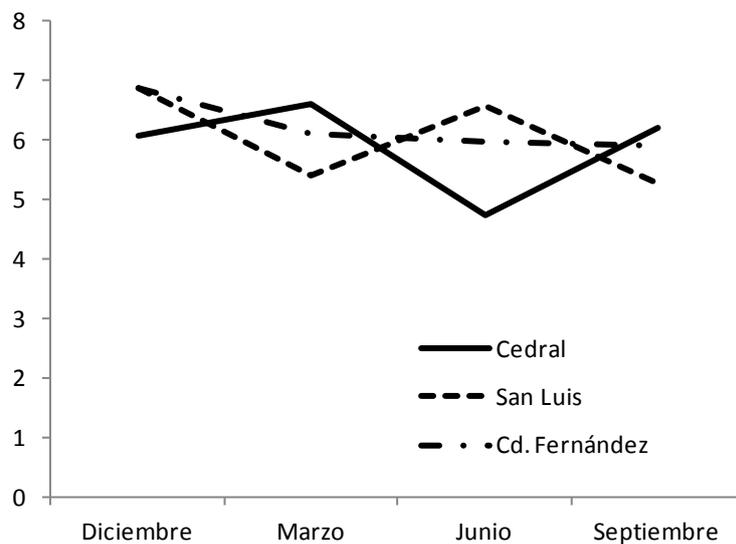


Figura 2. Contenido de proteína cruda (% de M.S.) de *Tillandsia recurvata* en tres sitios y en cuatro épocas del año.

Esta gran variación observada, tanto por efecto de la época como por el sitio en que se realizaron los muestreos, sin que exista un aparente efecto de las condiciones climáticas (dado que en los tres sitios la distribución de las lluvias y las temperaturas es similar, aunque de distinta magnitud), sugiere que esta planta podría ser más susceptible a cambios en el microclima que a cambios en el macroclima. En efecto, a la sombra de los árboles se generan microclimas que pueden mostrar mayor variación que la variación que supone el clima en sí mismo. Por ejemplo, la sombra que genera la cubierta foliar del árbol reduce la temperatura bajo el dosel, lo que sin duda afecta el fenómeno de evapotranspiración del paxtle y, en

consecuencia, probablemente también su composición nutricional. Un aspecto que merece ser resaltado es que en cualquiera de las épocas y sitios las características nutricionales se mantuvieron dentro de los rangos mostrados por otras fuentes de nutrientes comúnmente utilizadas en estas regiones, tales como el nopal, maguey y residuos de cosecha, lo que sugiere que se podría equiparar con ellas.

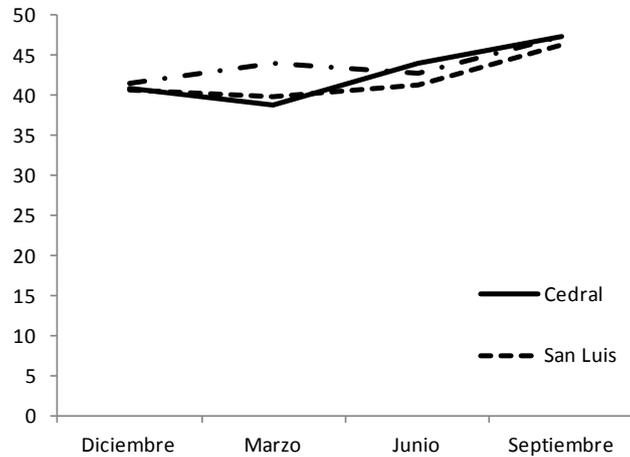


Figura 3. Nutrientes digeribles totales (% de M.S.) de *Tillandsia recurvata* en tres sitios y en cuatro épocas del año.

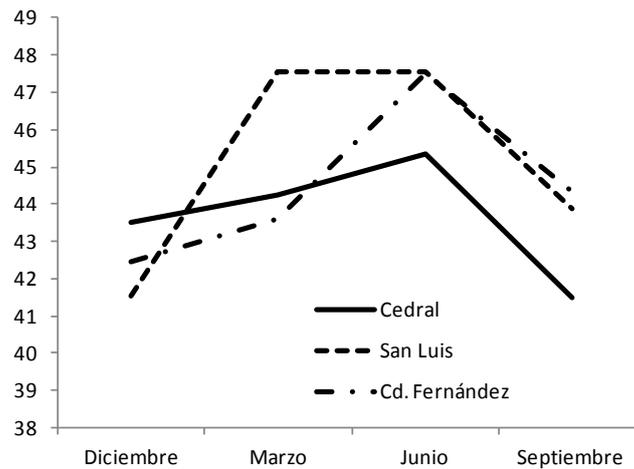


Figura 4. Contenido de fibra detergente ácido (% de M.S.) de *Tillandsia recurvata* en tres sitios y en cuatro épocas del año.

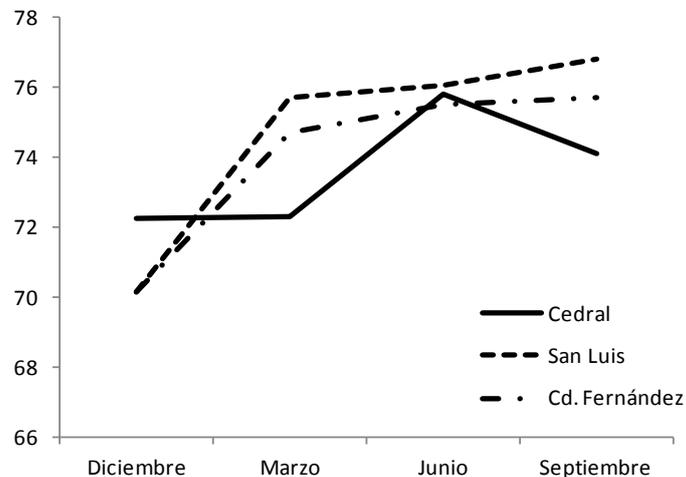


Figura 5. Contenido de fibra detergente neutro (% de M.S.) de *Tillandsia recurvata* en tres sitios y en cuatro épocas del año.

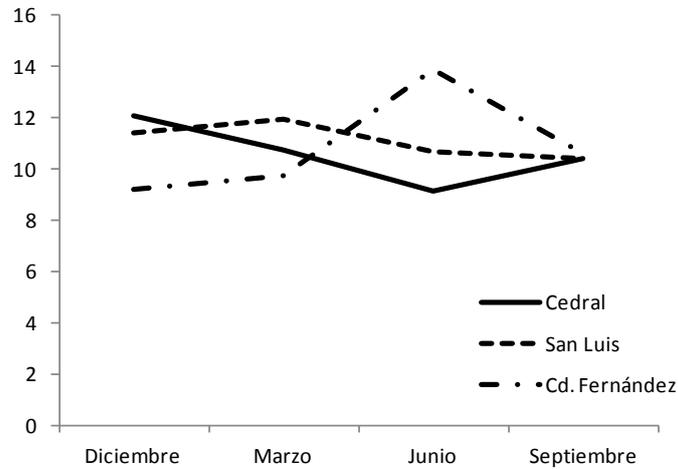


Figura 6. Contenido de lignina detergente ácido (% de M.S.) de *Tillandsia recurvata* en tres sitios y en cuatro épocas del año.

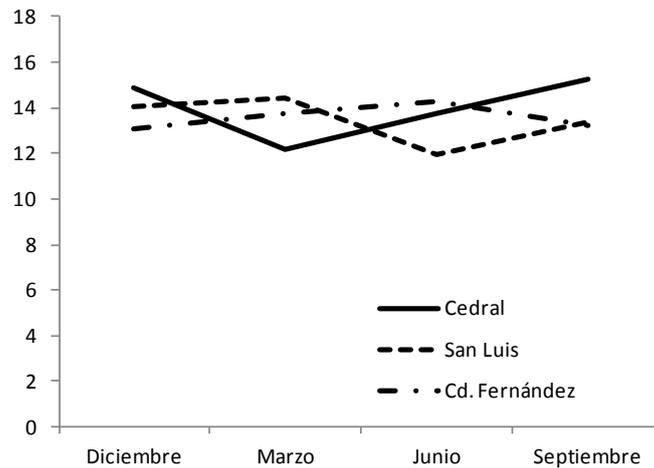


Figura 7. Contenido de carbohidratos no fibrosos (% de M.S.) de *Tillandsia recurvata* en tres sitios y en cuatro épocas del año.

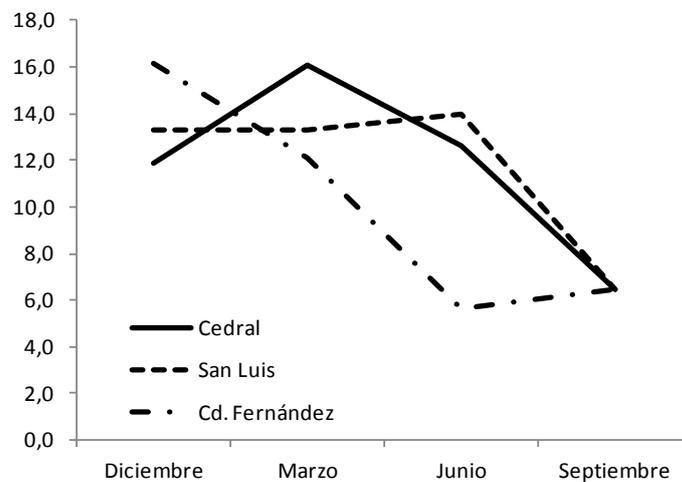


Figura 8. Contenido de cenizas (% de M.S.) de *Tillandsia recurvata* en tres sitios y en cuatro épocas del año.

Conclusiones

Tillandsia recurvata posee las características nutricionales para ser considerada como una fuente potencial de alimento para el ganado en cualquier época del año. Al constituir una plaga que daña la flora arbórea de las regiones árida, semiárida y subhúmeda, su uso como alimento de emergencia podría coadyuvar a su control.

Literatura Citada

- Benzing D.H., Seemann J. 1978. Nutritional piracy and host decline: a new perspective on the epiphyte relationship. *Selbyana*, 2:133-148.
- Cotecoca 1974. Coeficiente de agostadero capitulo San Luis Potos, SAG, Comisión Técnica Consultiva para determinación de Coeficientes de Agostadero, México, pp. 4-23.
- Díaz J.V., Hernández-Reyna A. 2005. Estructura y Crecimiento Anual de Algunas Mezquiteras en San Luis Potosí. Campo Experimental Palma de la Cruz, Centro de Investigación Regional Noreste, INIFAP.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pinos-Rodríguez, J.M., Duque-Briones, R., Reyes-Agüero, J.A., García-López, J.C., González-Muñoz, S. 2006. Effect of species and age on nutrient content and in vitro digestibility of *Opuntia* spp. *J. Appl. Anim. Res.* 30:13-17.
- Pinos-Rodríguez JM, Zamudio M, González SS. 2008. The effect of plant age on the chemical composition of fresh and ensiled *Agave salmiana* leaves. *South Afr. J. Anim. Sci.* 38:43-50.
- Urrutia M.J, Martínez R.L. y Shimada A.S. 1982. Valor nutritivo del rastrojo y ensilaje de maíz con y sin mazorca, tratados con hidróxido de sodio para borregos en crecimiento. *Téc. Pec. Méx.* 42: 7-16.

ESTABLECIMIENTO Y PRODUCCION DE REMOLACHA FORRAJERA (*Beta vulgaris*, L.) VARIEDAD BOLA ROJA EN SUELOS SALINOS DEL CBTa. No. 105

PRODUCTION AND ESTABLISHMENT OF FODDER BEET (*Beta vulgaris*, L.) VARIETY RED BALL IN SALINE SOILS OF THE CBTa. No. 105

J. Encarnación García Portugal¹

¹ C. B. T. a. No. 105. La Estrella, Penjamo. Gto. Méx. CP. 36933. Autor responsable: E-mail: carneshon@hotmail.com.

Resumen

La escasez de forraje para la alimentación animal regional y la presencia de suelos salinos improductivos, ha provocado la inquietud de buscar alternativas tecnológicas y científicas para producir forrajes y a la vez mejorar biológicamente a los suelos e incorporarlos a la agricultura y ganadería. El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto del método de siembra sobre el establecimiento y producción de forraje verde y materia seca de follaje y raíz/ha, tamaño de la raíz y número de plantas establecidas de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*, L.) Variedad Bola Roja en suelos salinos del CBTa. No. 105. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos se caracterizaron como: T-0: Testigo. Siembra directa en surco y a chorrillo; T-1: Siembra en almacigo y trasplante a 10 cm entre plántulas; T-2: Siembra en almacigo y trasplante a 20 cm y T-3: Siembra en almacigo y trasplante a 30 cm. Los resultados demostraron que el T-0, tuvo el mejor establecimiento de plántulas (78.13%) (P<0.05), comparado con T-1, T-2 y T-3 (24.83, 56.50 y 62.42%, respectivamente). No se encontró diferencia entre tratamientos (P>0.05) para los contenidos de humedad, materia seca y proteína cruda del follaje y raíz, ni en el largo y diámetro de raíz. La producción de forraje verde y de materia seca fue mayor para T-0 (43.64 y 6.03 Ton/ha) (P<0.05), comparado con T-1 (12.29 y 1.69), T-2 (17.60 y 2.43) y T-3 (17.91 y 2.48), respectivamente. Se concluye que el método de siembra tradicional en surco y a chorrillo tuvo el mejor establecimiento y producción de follaje y raíz.

Palabras clave: Remolacha-suelos-salinos.

Abstract

The shortage of forage for the regional animal feed and presence of unproductive saline soils, has caused the concern of seeking scientific and technological alternatives to produce fodder and same time improve biologically soils and incorporate them into agriculture and cattle raising. The purpose of this research was to evaluate the effect of the method of planting of the creation and production of green forage and dry matter of forage and root/ha, the root size and number of treatments and three replications. The treatments were characterized as: T-0: witness. Direct seeding in furrow and chorrillo; T-1: Planting in the seed bed and 10 cm between seeding transplantation; T-2: Planting in the seed bed and transplanting to 20 cm and T-3: planting in seed bed and transplanting to 30 cm. The results showed that the T-0, had the best establishment of plantulas (78.13 %) (P<0.05), compared to T-1, T-2 and T-3 (24.83, 56.50 and 62.42,

respectively). No difference was found between treatments ($P>0.05$) for contents of moisture, dry matter and crude protein of the foliage and root, or the length and diameter of root. The production of green it is concluded that the method traditional seeding in furrow and chorrillo had the best establishment and production of foliage and root.

Key clave: Fodder bet-saline-soil.

Introducción

La escasez de forraje para la alimentación animal regional y la falta de áreas agrícolas con suelos fértiles para su producción, ha provocado la inquietud de buscar alternativas tecnológicas y científicas en el área de la producción de forraje para incrementar dicha producción y a la vez mejorar los suelos improproductivos y reincorporarlos a las actividades productivas. La remolacha forrajera es un cultivo importante para suelos salinos en los cuales no prosperan otros cultivos, pues además de obtener buenas producciones en esos suelos, extrae una cantidad considerable de sus sales y es por lo tanto una alternativa potencial para mejorarlos biológicamente contribuyendo a la utilización eficiente y sustentable de los recursos naturales regionales. El establecimiento y producción del cultivo de remolacha forrajera ha sido motivo de diferentes investigaciones científicas (Robles (2006), debido precisamente a sus características agronómicas de amplia adaptabilidad a suelos salinos, alta producción de forraje y sobre todo que es una planta muy rustica, resistente a bajas temperaturas y con pocas labores culturales que la hacen muy rentable y con altas posibilidades de ser introducida extensivamente en la región del área de influencia institucional. La remolacha forrajera se cultiva y utiliza como un suplemento alimenticio para el ganado lechero estabulado en la cuenca lechera de Texcoco, Estado de México, pues dicho cultivo se siembra extensivamente en época de invierno en los terrenos salitrosos aledaños al Lago de Texcoco (García, 1980) con el fin de producir forraje, pues la producción de alfalfa disminuye considerablemente y también para mejorar biológicamente a los suelos, por lo que es posible suponer que considerando los suelos salinos que existen en nuestra institución educativa y en el área de influencia y la escasez de forraje para el ganado regional, la introducción del cultivo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*, L.) Var. Bola Roja, utilizando el método tradicional de siembra directa en surco y a chorrillo, mejora el porcentaje de plantas establecidas e incrementa la producción de forraje y raíz. El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto del método de siembra sobre el establecimiento y producción de forraje verde y materia seca de follaje y raíz/ha y tamaño de raíz del cultivo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*, L.) Var. Bola Roja en suelos salinos.

Materiales y Métodos

La investigación científica se realizó en suelos salinos del CBTa. No. 105, La Estrella, Pénjamo. Gto. y en un clima templado el más cálido de los templados (García, 1981), utilizando un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos experimentales se caracterizan como: T-0: Testigo. Siembra directa en surco y a chorrillo; T-1: Siembra en almacigo y trasplante a 10 cm entre plántulas; T-2: Siembra en almacigo y trasplante a 20 cm entre plántulas y T-3: Siembra en almacigo y trasplante a 30 cm entre plántulas. Cada una de las doce parcelas experimentales represento una unidad experimental con una superficie de 32 m² (8 m x 4 m). Se utilizo una densidad de siembra de 10 kg/ha y las variables de respuesta evaluadas fueron el número de plántulas establecidas, la producción de

forraje verde, raíz/ha y tamaño de dicha raíz. La producción de plántulas se realizó en cajas de germinación con turba en un invernadero escolar y se trasplantaron cuando tenían 45 días y una altura de 15 cm con la presencia de tres hojas cotiledonareas. La cosecha se realizó a los 150 días cuando las hojas de la remolacha tenían un color rojizo, contando, pesando y midiendo las plantas de cada parcela experimental. Los datos recolectados acerca de las variables de respuesta se sometieron a un análisis de varianza (SAS, 2002) y la diferencia de medias a la Prueba de Scheffe (Cochran y Cox, 2000).

Resultados y Discusión

El método de siembra tradicional a chorrillo tuvo el mejor establecimiento de plántulas (78.13%), comparado con T1, T2 y T3 (24.83, 56.50 y 62.42%, respectivamente) ($P < 0.05$). No se encontró diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$) en cuanto a los contenidos de humedad (H), materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de la raíz y follaje de la remolacha forrajera para T0, T1, T2 y T3. El largo y diámetro de la raíz, no fue diferente entre tratamientos ($P > 0.05$). El Cuadro 1 indica que la producción de forraje verde y de materia seca de follaje y raíz, fue diferente entre tratamientos ($P < 0.05$), siendo mayor para T0 (43.64 Ton/ha y 6.03 Ton/ha), comparado con T1 (12.29 y 1.69), T2 (17.60 y 2.43) y T3 (17.91 y 2.48), respectivamente. Los resultados de producción de forraje verde/ha obtenidos en el T-0, coinciden con los reportados por Robles (2006) e indican que al utilizar menor cantidad de plántulas en el trasplante, también se disminuye la producción de raíz y follaje del cultivo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*, L.) Variedad Bola Roja, lo cual permite afirmar categóricamente que el proceso de dicho trasplante se debe realizar con estricta disciplina técnica para tener un mayor porcentaje de plantas establecidas. En este sentido y en el referido Cuadro 1, se observa que la mejor densidad de siembra fue de 12.1 Kg/ha utilizando el método tradicional de siembra por surco, pues en los tratamientos T1, T2 y T3 las plántulas se trasplantaron a distancia de 10, 20 y 30 cm. entre ellas y se obtuvo reducido porcentaje de plantas establecidas.

Cuadro. 1. Variables de respuesta y densidad de siembra del cultivo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*, L.) Variedad Bola Roja en suelos salinos. La Estrella, Pénjamo. Gto. México.

Tratamiento.	Variables de respuesta.			
	Follaje y raíz (Verde). (Ton/ha).	Follaje y raíz (Materia seca) (Ton/ha).	Plantas. (No./ha).	Densidad de siembra (Kg/ha).
T0	43.64a	6.03a	293,333a	12.1
T1	12.29b	1.69b	62,083b	8.12
T2	17.60c	2.43c	70,625b	5.31
T3	17.91c	2.48c	52,083c	4.68
CV	36.16	36.15	37.27	

^a Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

Conclusiones

1. El método de siembra tradicional en surcos y a chorrillo tuvo el mejor establecimiento y producción de follaje y raíz del cultivo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*, L.) Variedad Bola Roja.

2. Es posible afirmar, que la producción de plántulas de remolacha forrajera en condiciones de invernadero, las cuales serán trasplantadas con el propósito de incrementar la superficie por planta, se debe realizar con estricto apego a las características técnicas y científicas muy especiales que requiere el cultivo o de lo contrario se tendrán muy pocas plántulas establecidas y reducidas posibilidades de incrementar la producción intensiva de este forraje bajo condiciones de invernadero y por lo tanto de difundir exitosamente el establecimiento regional del cultivo.

Literatura Citada

- Cochran, W. G. y COX, G. M. 2000. Diseños experimentales. Editorial Trillas. México.
- García, P. J. E. 1980. Utilización de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*, L.) como suplemento en la alimentación de vacas lecheras en confinamiento. Tesis profesional. Ingeniero agrónomo zootecnista. U. A. Ch. Chapingo, Edo. de México. México.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Coopen. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Engomix, http://www.engormix.com/remolacha_forrajera_forumview4055.htm. Consultado: 20 Octubre de 2009.
- Robles, S. R. 2006. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. México.
- SAS. 2002. Statistical Analysis System. Version 9.0 for Windows. Institute Inc. N. C. USA.

¿VARIACIÓN EN LLUVIAS AFECTA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS FORRAJERAS DEL MATORRAL TAMAULIPECO EN EL NORESTE DE MÉXICO?

CAN THE RAINFALL VARIATION AFFECT SEEDLING SURVIVAL OF PLANTS IN NORTHEASTERN MEXICO?

Jaime F García¹, Julio C. Ríos²

¹Facultad de Agronomía UANL Carretera a Sandia El Grande Km 2. La Ascensión Aramberri, N.L. México
jaimefgarcia@hotmail.com

²Campo Experimental Valle del Guadiana, INIFAP. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5, C. P. 34170.

Resumen

Los efectos del calentamiento global aumentarán la frecuencia e intensidad de eventos climáticos como la lluvia. Se evaluaron los efectos de las condiciones ambientales en la supervivencia de plántulas forrajeras del matorral espinoso Tamaulipeco. Las especies nativas seleccionadas fueron *Caesalpinia mexicana* A. Gray, *Celtis pallida* Torr, *Cordia boissieri* A. DC., y *Ebenopsis ebano* (Berland.) Barneby y JW Grimes., durante el verano de 2009 y 2010 fue realizado el estudio. El diseño experimental fue de dos factores, dos niveles de precipitaciones, y tres microhábitats de matorral espinoso: (i) espacio intermedio abierto, (ii) el borde del matorral espinoso y (iii) bajo el dosel del matorral denso. En la supervivencia de plántulas el matorral denso presentó mayor supervivencia para *Caesalpinia mexicana* y *Celtis pallida*, además *Cordia boissieri* y *Ebenopsis ebano* mostraron mayor supervivencia en matorral denso y el borde. El efecto de la lluvia en la supervivencia de las plántulas dependió del año. Las lluvias de 2010 y el matorral espinoso denso aumentaron de la supervivencia de plántulas de especies nativas. Para la supervivencia de plántulas, los factores limitantes de los microhábitats parecen cambiar entre años. Además de eventos como lluvias, aspectos biológicos como la competencia y los efectos de las micorrizas deberán ser considerados en modelos de establecimiento de las plantas.

Palabras -clave: *Caesalpinia mexicana*, *Celtis pallida*, *Cordia boissieri*, *Ebenopsis ebano*, especies nativas, lluvias

Abstract

The effects of global warming increase the frequency and intensity of many climate events such as rainfall. We evaluated the effects of environmental conditions on early stage seedling survival of the native thornscrub species *Caesalpinia mexicana* A. Gray, *Celtis pallida* Torr, *Cordia boissieri* A. DC., and *Ebenopsis ebano* (Berland.) Barneby & J.W. Grimes., during the summer of 2009 and 2010. The experiment design was two factors, two levels of rainfall, and three microhabitats of thornscrub: (i) open interspace, (ii) thornscrub edge and (iii) under canopy of dense thornscrub. In dense thornscrub seedling survival was higher for *Caesalpinia mexicana* and *Celtis pallida*, and for *Cordia boissieri* and *Ebenopsis ebano* seedling survival was higher in dense thornscrub and thornscrub edge. Effect of rainfall on seedling survival depended on the year. Rainfall of 2010 and dense thornscrub increased seedling survival of native species. For survival, limiting factors of microhabitats appear to change across years. Besides rainfall events biological aspects like competition and mycorrhiza effects would need to be considered in models of plant establishment.

Key-words: *Caesalpinia mexicana*, *Celtis pallida*, *Cordia boissieri*, *Ebenopsis ebano*, microhabitat, native species, rainfall, seedling survival

Introducción

Las primeras etapas de crecimiento de las plantas, tales como la germinación de semillas y la supervivencia de las plántulas son los más afectados por condiciones adversas (Harper 1977; Kitajima y Fenner 2000), porque la supervivencia de plantas se ve afectada por condiciones bióticas y abióticas (Ibáñez y Shupp 2001). Aunque el agua es uno de los principales factores que limitan el establecimiento de plantas en muchos ecosistemas (Valiente-Banuet y Ezcurra 1991; Flores et al., 2004). Por amortiguar el estrés abiótico y biótico, las plantas leñosas pueden facilitar el reclutamiento de plantas (García-Moya y McKell, 1970; Franco y Nobel, 1989; Tirado y Pugnaire, 2003; Pugnaire et al., 2004), debido a la reducción en las tasas de evapotranspiración y los cambios en la cantidad de luz recibida (Murchie y Horton, 1998; Valladares y Puignaire, 1999; Maestre et al., 2001), además las plantas leñosas mejoran las condiciones físicas del suelo y las propiedades químicas (Cerdeira, 1997; Bochet et al., 1999). El calentamiento global puede afectar los patrones en las precipitaciones (Hughes, 2000) y por lo tanto la supervivencia de las plantas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la variación interanual de las precipitaciones como factor de supervivencia de las plántulas entre microhábitats contrastantes: (i) matorral espinoso denso, (ii) matorral espinoso al borde y (iii) matorral espinoso abierto. La hipótesis de esta investigación predice que entre años, el medio ambiente sufre variaciones debido a los efectos del calentamiento global y que esto produce diferencias interanuales en las precipitaciones modificando la dinámica de establecimiento de plantas.

Cuadro 1. Diferencias ambientales entre microhábitats. Las características del suelo son reportadas, de resultados de análisis de muestras de suelo superficial de un pedón representativo de cada tipo de microhábitat. La intensidad de luz se midió con un medidor de luz (LX-1010B) durante 5 días al mediodía en junio de 2009.

Variable	Microhábitat			
	Esapacio	Borde	denso	
Surface soil characteristics (características del suelo)				
Fósforo (mg/kg-1)	3.31	9.95	12.54	
Nitratos (mg/kg-1)	5.90	20.83	54.13	
Carbón orgánico (%)	1.54	2.35	3.38	
Materia seca de residuos (kg/m ²)		0.15	0.35	0.43
Humedad disponible (cm)	3.32	4.56	5.13	
Intensidad de luz (lux mean ± S.D.)	225.13±21	553.34 ±78	896.12 ±108	

2. Materiales y Métodos

2.1 Estudio de especies

Las especies leñosas forrajeras elegidas para este estudio son bastante comunes en el noreste de México. *E. ebano* (ébano) es un árbol grande de hasta 10 m de altura y tiene un denso follaje, *C. mexicana* (árbol del potro) crece menos de 5 m de altura y tiene una baja densidad del dosel (Estrada y Marroquín, 1991). *C. boissieri* (anacahuíta) es un árbol pequeño con un crecimiento de hasta 6 m de altura (Estrada et al. 2005) y *C. pallida* (granjeno) es un árbol de hoja ancha de hasta 3 m (Benson y Darrow, 1981). Las hojas y tallos de estas cuatro especies, comúnmente son consumidas por el ganado bovino y caprino principalmente.

2.2. Sitio de estudio

El estudio se realizó en una zona de matorral cerca de Linares (Nuevo León), en el noreste de México (24 ° 51' N, 99 ° 34' W), de junio a septiembre en 2009 y 2010. El clima es sub-húmedo, semi-tropical, con precipitaciones anuales que oscilan entre 713,3 a 1.058 mm, que corresponde principalmente a finales del verano y principios del otoño. La temperatura media anual es de 22,9 ° C, una máxima en verano de 45 ° C y una mínima de -2 ° C (Cavazos y Molina 1992) se pueden presentar en la zona. La precipitación total fue muy diferente entre los dos veranos (Fig. 1), para el año 2009 (154,8 mm) y 2010 (716,8 mm).

En el área de estudio, arbustos y árboles de matorral espinoso tamaulipeco, como *Acacia berlandieri* Benth., *Acacia rigidula* Benth., *Caesalpinia mexicana* A. Gray., *Celtis pallida* Torr., *Cordia boissieri* A. DC., *Ebenopsis ebano* (Benth.) Coult., *Havardia pallens* (Benth.) Brintton y Rose, *Flourensia laurifolia* DC., *Leucophyllum frutescens* (Berl.) Johnst., *Porlieria angustifolia* (Engelm.) Gray., *Prosopis laevigata* (Humb y ex Bonpl. Salvaje.) MC Johnston, y *Randia obcordata* Lindley, son especies frecuentes y abundantes.

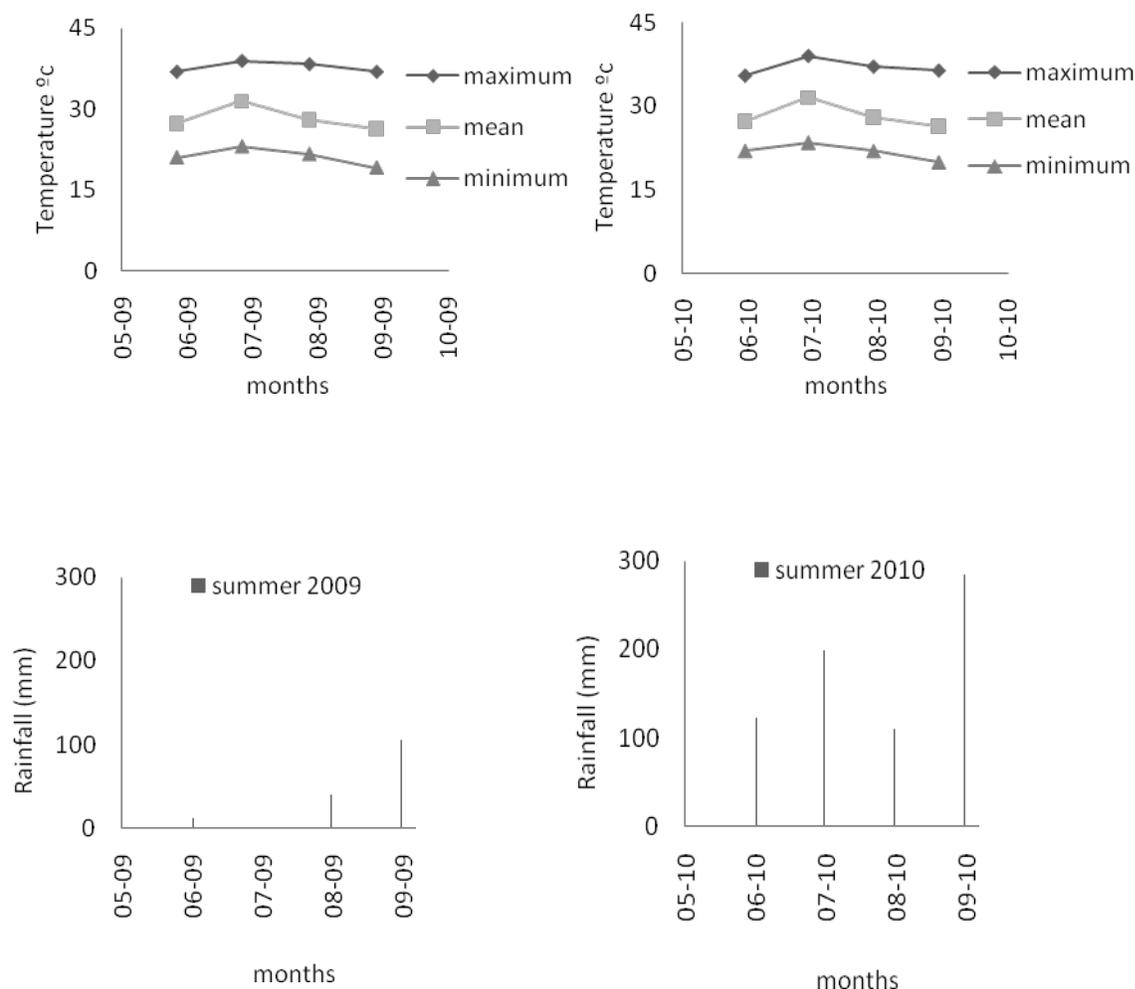


Figura 1. Temperaturas medias, máximas y mínimas, precipitaciones, durante el verano (junio a septiembre) de 2009 y 2010 en el microhábitat de matorral espinoso en el Noreste de México. Datos proporcionados por la estación meteorológica de la Comisión Nacional del Agua (CNA).

2.3 Tratamiento de semillas

Las semillas de todas las especies fueron recolectadas en el 2008 desde el área de estudio de por lo menos 20 plantas madre para permitir la variación genética. Las semillas fueron bien mezcladas, secadas al aire, almacenadas en un sitio fresco y seco con bolsas de gel de sílice para controlar la humedad. Todas las semillas, excepto para *Caesalpinia mexicana* fueron escarificadas antes de las pruebas de germinación. La escarificación mecánica con papel de lija es preferible, ya que ha demostrado ser un tratamiento eficaz para promover la germinación de las semillas con tegumentos duros en el noreste de México (Foroughbakhch 1989).

2.4 Diseño experimental

El efecto de las precipitaciones, y microhábitats para la supervivencia de las plántulas, fueron evaluados con ANOVAs de dos factores. Precipitaciones: (1) las lluvias de verano de 2009 y (2) 2010 (Fig. 1). Y microhábitats utilizados: (i) matorral denso, con cobertura de vegetación leñosa, (ii) matorral espinoso al borde y (iii) matorral espinoso abierto, sin vegetación leñosa, un mosaico de especies herbáceas y suelo desnudo. Estos tres microhábitats difieren en características importantes, tales como las características del suelo, y la intensidad de luz (Tabla 1). Las semillas fueron germinadas en bandejas con el suelo de los tres microhábitats recogidos en el sitio de estudio. A las 7 semanas las plántulas fueron trasplantadas en cada microhábitat (15 de junio de 2009 y 2010), en pozos de un diámetro de 15 cm x 10 cm de profundidad. Para evitar el estrés post-trasplante las plántulas se abastecieron de agua in situ una sola vez. Existieron un total de 2400 plantas, 600 por especie (10 plántulas por x 3 microhábitats x 2 regímenes de precipitaciones x 10 sitios de repetición). La supervivencia de plántulas fue monitoreada cada semana. El porcentaje de supervivencia de las plántulas se calculó como: Porcentaje de sobrevivencia de las plántulas (número de plantas vivas, plántulas totales) * 100. Las diferencias en la supervivencia de las plántulas se detectaron mediante un ANOVA de dos vías ($\alpha = 0,05$), y la prueba de Tukey para verificar las diferencias entre los valores medios de los factores examinados. Antes del análisis de establecimiento de las plántulas, los datos fueron transformados para asumir una distribución normal (Sokal y Rohlf 1995). Noventa y cinco por ciento de los intervalos de confianza fueron utilizados en los gráficos para resaltar las diferencias para cada variable.

Resultados

Existieron diferencias estadísticas significativas entre las precipitaciones (G.L. = 1, $P < 0,001$), y de acuerdo a las pruebas T-Tukey la (Tabla 2) todas las especies mostraron una mejor supervivencia de plántulas en el año 2010. En general el 11 y el 37% de las plántulas estuvieron vivas al final del verano de 2009 y 2010. Durante el año 2009 la tasa de mortalidad fue mayor durante el verano debido a las altas temperaturas y la falta de lluvias (Fig. 1), mientras que en 2010 las precipitaciones aumentaron la supervivencia de las plántulas (Cuadro 2, Fig. 2). Para *C. Mexicana* 98 plántulas sobrevivieron: 55 en matorral espinoso denso (37 en 2010 y 18 en 2009), 28 plántulas sobrevivieron en la frontera (20 en 2010 y 8 en 2009), y 15 en espacio intermedio abierto (11 en 2010 y 4 en 2009). Había 166 plantas vivas de *C. boissieri*: 74 en el matorral espinoso denso (56 en 2010 y 18 en 2009), 55 en el borde (46 en 2010 y 9 en 2009), y 37 en espacio abierto (34 en 2010 y 3 en 2009). *E. Ebano* tuvo 188 plantas vivas: 86 en el matorral espinoso denso (66 en 2010 y 20 en 2009), 67 plántulas en el borde (54 en 2010 y 13 en 2009), y 35 en espacio intermedio abierto (29 en 2010 y 6 en 2009). Plántulas vivas de *C. pallida* fueron 119: 60 en matorral espinoso denso (45 en 2010 y 15 en 2009), 39 en el borde (29 en 2010 y 10 en 2009), y 20 en espacio abierto (16 en 2010 y 4 en 2009). Para cada especie la sobrevivencia de las plántulas fue significativamente diferente (G.L. = 2, $P < 0,001$) asociado con el medio ambiente (G.L. = 2, $P < 0,001$). Todas las especies mostraron una mayor supervivencia de las plántulas en el matorral espinoso denso (Tabla 2, Fig. 2), mientras que en el borde de matorral espinoso *Cordia boissieri* y *Ebenopsis ebano* también mostraron alta supervivencia de plántulas. La interacción tratamientos x microhábitats fue significativa (G.L. = 2, $P < 0,001$), en matorral espinoso denso (Tabla 2), para todas las especies, y también

en el borde de matorral espinoso para *Cordia boissieri* y *Ebenopsis ebano*, (Tabla 2). La interacción significativa de los dos factores (lluvias x microambiente) demostró que las lluvias de 2010 aumentaron la supervivencia en el matorral espinoso denso y en el borde, mientras que no presentó ningún efecto en matorral abierto.

Cuadro 1. Promedios de supervivencia de *Caesalpinia Mexicana*; *Celtispallida*; *Cordiaboissieri* y *Ebenopsisebano*. Supervivencia de plántulas fue diferente entre años (G.L.= 1, P < 0.001), entre microhabitat (G.L.= 2, P < 0.001). La interacción lluvias x microhabitats fue significativo (G.L.= 2, P < 0.001). Diferencias entre promedios ($\alpha= 0.05$) de acuerdo a las pruebas *T-Tukeyson* indicadas usando diferentes letras.

Specie	Microhabitats on thornscrub year 2010			Microhabitats on thornscrub year 2009		
	dense	edge	open	dense	edge	open
<i>Caesalpinia mexicana</i>	3.7 ^a	2.0 ^b	1.1 ^b	1.8 ^b	0.8 ^c	0.4 ^c
<i>Celtis pallida</i>	4.5 ^a	2.9 ^b	1.6 ^c	1.5 ^c	1.0 ^c	0.4 ^{cd}
<i>Cordia boissieri</i>	5.6 ^a	4.6 ^{ab}	3.4 ^b	1.8 ^c	0.9 ^{cd}	0.5 ^d
<i>Ebenopsis ebano</i>	6.6 ^a	5.4 ^a	2.9 ^b	2.0 ^{bc}	1.3 ^c	0.6 ^c

Discusión

En 2009, la supervivencia de todas las especies se vio afectado principalmente por las altas temperaturas y la falta de lluvias (Fig. 1), que causaron efectos negativos en el crecimiento de plántulas, el rendimiento, los procesos fisiológicos (Li et al., 2009) y la supervivencia de las plántulas (Sánchez-Coronado et al., 2007). Las zonas áridas son proclives a la sequía debido a la poca cantidad de lluvias (Sun Y et al., 2006). La humedad debido a las lluvias de verano de 2010 en matorral denso y en el borde causó efectos positivos sobre la supervivencia de plántulas. En este estudio la supervivencia de plántulas fue limitada por la baja disponibilidad de agua en 2009, provocando alta mortalidad de plántulas de las cuatro especies estudiadas, debido probablemente al bajo contenido de humedad en la superficie de la tierra, lo que sugiere una selección ambiental intensa. Las diferencias entre las especies a la respuesta al estrés, demuestra diferencias en los patrones de respuesta entre especies al estrés (Gitlin et al., 2006; Bernal et al., 2011). La planta nodriza en el matorral espinoso denso, parece ejercer una influencia crucial en la supervivencia de plántulas en los años secos (Jurado et al., 2006; García y Jurado 2003), o bien la capacidad para compartir recursos a través de redes comunes de micorrizas (Chiariello et al., 1982). La supervivencia de plántulas fue mayor en el año húmedo 2010 (Tabla 2, Fig. 2), en el matorral espinoso denso y en el borde. Para las especies de matorral espinoso los cambios climáticos pueden afectar a la abundancia de plántulas (Jurado et al., 2011) debido a los cambios en los patrones de las precipitaciones (Van der Waal et al., 2009; Kusnierczyk y Ettl 2002) y la temperatura (Hughes, 2000; Thomas et al., 2004). Además del efecto de los microhábitats, las diferencias en las precipitaciones entre los años podría ser el factor principal que limita la supervivencia de plántulas, principalmente los cambios en los patrones de caídas de lluvias puede afectar el reclutamiento de plántulas por efecto directo sobre la emergencia y supervivencia de plántula. Para el ecosistema de matorral espinoso, el cambio de los patrones de lluvia bajo el cambio climático puede afectar a los modelos para el establecimiento de las plantas.

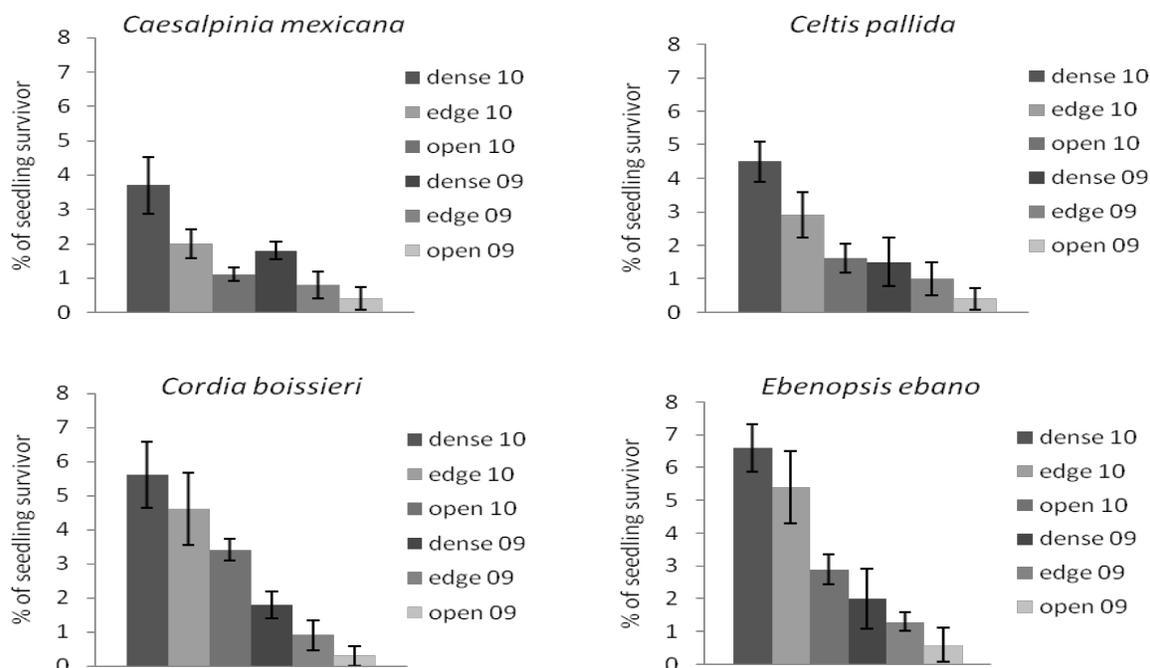


Figura 2. Porcentaje de supervivencia de plantas para *Caesalpinia mexicana*, *Celtis pallida*, *Cordia boissieri* y *Ebenopsis ebano*., durante el verano (junio a septiembre) de 2009 y 2010 en microhabitats del matorral en el Noreste de México. Cada punto representa el promedio de 10 parcelas. Las barras de error representan los intervalos de confianza ($\alpha=0.05$).

Agradecimientos

La presente investigación fue financiada por: PROMEP/103.5/09/3905; 103.5/10/6646.

Literatura Citada

- Benson, L. and R. A. Darrow. 1981. Trees and shrubs of the southwestern deserts. Third Edition. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. Pp. 229-230.
- Bernal, M., Estiarte, M., and J. Peñuelas. 2011. Drought advances spring growth phenology of the Mediterranean shrub *Erica multiflora*. *Plant Biol.* 13, 252-257.
- Bochet, E., Rubio, J. L., and J. Poesen. 1999. Modified topsoil islands within patchy Mediterranean vegetation in SE Spain. *Catena.* 38, 23-44.
- Cerdá, A. 1997. The effect of patchy distribution of *Stipa tenacissima* L. on run of and erosion. *J. Arid. Environ.* 36, 36-51.
- Cavazos, M. T., and V. Molina. 1992. Climatic record for the citrus region of Nuevo León Reporte Técnico Facultad de Ciencias Forestales UANL, vol. 1: pp. 1-65.
- Chiariello, N. R., Hickman, J. C., and H. Mooney. 1982. Endomycorrhizal role for interspecific transfer of phosphorus in a community of annual plants. *Science.* 217, 941-943.
- Estrada, E. and J. Marroquín. 1991. Leguminosas en el centro-sur de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. UANL. Rep. Cient. No. 10 (especial), Linares N.L. México, 258 pp.
- Estrada, E., Villarreal, J., and E. Jurado. 2005. Leguminosas del norte del estado de Nuevo León, México. 2005. *Acta Botánica Mexicana.* 73, 1-18.
- Flores, J., Briones, O., Flores, A. and S. Sánchez-Colón. 2004. Effect of predation and solar exposure on the emergence and survival of desert seedlings of contrasting life-forms. *J Arid Environ.* 58, 1-18.

- Franco, A.C., and P. S. Nobel. 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *J Ecol.* 77, 870-886.
- Foroughbakhch, P. R. 1989. Tratamiento a la semilla de catorce especies de uso múltiple de zonas de matorral y su influencia en la germinación. *Rep. Cient. No. 11, Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Linares N.L. México.* 20 pp.
- García, J., and E. Jurado. 2003. Influence of plant cover on germination in matorral in northeastern Mexico. *Forest Ecol. Manage.* 177, 11-16.
- García-Moya, E., and C. M. McKell. 1970. Contribution of shrubs to the nitrogen economy of a desert-wash plant community. *Ecology.* 51, 81– 88.
- Gitlin, A.R., C. M. Sthultz., M. A. Bowker., S. Stumpf., K. L. Paxton., K. Kennedy., A. Munoz., J. K. Bailey, and T. G. Whitham. 2006. Mortality gradients within and among dominant plant populations as barometers of ecosystem change during extreme drought. *Conserv Biol.* 20:1477-1486.
- Harper, J.L. 1977. *Population Biology of Plants.* Academic Press, London.
- Hughes, L. 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends Ecol Evol.* 15, 56-61.
- Jurado, E., García, J. F., Flores, J. and E. Estrada. 2006. Leguminous seedling establishment in Tamaulipan thornscrub of Northeastern Mexico. *Forest Ecol. Manage.* 221, 133-139.
- Jurado, E., García, J.F., Flores, J., Estrada, E and H. González. 2011. Abundance of seedling in response to elevation and nurse species in northeastern Mexico. *Southwest Nat.* 56(2):154-161.
- Kitajima, K., and Fenner, M. 2000. Ecology of seedling regeneration. *Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 2nd edn (ed. M. Fenner), pp. 331–359. CAB International, Wallingford.
- Kusnierczyk, E. R., and G. J. Ettl. 2002. Growth response of ponderosa pine (*Pinus ponderosa*) to climate in the eastern Cascade Mountains, Washington, U.S.A.: Implications for climatic change. *Ecoscience* 9:544-551.
- Li, F.L., W. K. Bao., and N. Wu. 2009. Effects of water stress on growth, dry matter allocation and water-use efficiency of a leguminous species, *Sophoradavidii*. *Agroforest Syst.* 77, 3: 193.
- Maestre, F.T., S. Bautista., J. Cortina., and J. Bellot. 2001. Potential of using facilitation by grasses to establish shrubs on a semiarid degraded steppe. *Ecol Appl.* 11, 1641–1655.
- Murchie, E. H., and P. Horton. 1998. Contrasting patterns of photosynthetic acclimation to the light environment are dependent on the differential expression of the responses to altered irradiance and spectral quality. *Plant, Cell Environ.* 21: 139–148.
- Nobel, P. S. 1980. Morphology, nurse plant, and minimum apical temperatures for young *Carnegiea gigantea*. *Bot Gaz.* 141, 188-191.
- Pugnaire, F.I., C. Armas., and F. Valladares. 2004. Soil as a mediator in plant–plant interactions in a semi-arid community. *J Veg Sci.* 15, 85–92.
- Sánchez-Coronado, M. E., R. Coates, L. Castro-Colina., A. Gamboa de Buen., J. Páez-Valencia., V. L. Barradas., P. A. Huante., and A. Orozco-Segovia. 2007. Improving seed germination and seedling growth of *Omphalea oleifera* (Euphorbiaceae) for restoration projects in tropical rain forests. *Forest Ecol. Manage.* 243, 144 - 155.
- Sokal, R. R. and J. H. Rohlf. 1995. *Biometry; the Principles and Practice of Statistics in Biological Research.* W.H. Freeman, New York, 887 pp.
- Sun, Y., S. Solomon., A. Dai., and R. Portmann. 2006. How often does it rain? *J Clim.* 19:916–934.
- Tirado, R., and F. I. Pugnaire. 2003. Shrub spatial aggregation and consequences for reproductive success. *Oecologia.* 136, 296 –301.
- Thomas, C. D., A. Cameron., R. E. Green., M. Bakkenes., L. J. Beaumont., Y. C. Collingham., F. N. Erasmus., M. Ferreira de Siqueira., A. Grainger., L. Hannah., L. Hughes., B. Huntley., A. S. van Jaarsveld., G. F. Midgley., L. Miles., M. A. Ortega-Huerta., A. T. Peterson., O. L. Phillips and S. E. Williams. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427:145-148.
- Valiente-Banuet, A. and E. Ezcurra. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacan Valley, Mexico. *J. Ecol.* 9, 961-971.
- Van der Waal, C., H. de Kroon., W. F. de Boer., I. M. A. Heitkönig., A. K. Skidmore., H. J. deKnegt., F. van Langevelde., S. E. van Wieren., R. C. Grant., B. R. Page., R. Slotow., E. M. Kohi, E. Mwakiwa., and H. H. T. Prins. 2009. Water and nutrients alter herbaceous competitive effects on tree seedlings in a semi-arid savanna. *J. Ecol.* 97, 430–439.
- Valladares, F., and F. I. Pugnaire. 1999. Tradeoffs between irradiance capture and avoidance in semi-arid environments assessed with a crown architecture model. *Ann Bot London* 83, 459–469.

**DIVERSIDAD MORFOLÓGICA Y VALOR NUTRITIVO DE SIETE NUEVOS
GENOTIPOS DE PASTO BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.) Y UN CULTIVAR,
TOLERANTES AL FRÍO**

**MORPHOLOGICAL DIVERSITY AND NUTRITIVE VALUE OF SEVEN NEW
GENOTYPES AND ONE CULTIVAR OF COLD TOLERANT BUFFELGRASS
(*Cenchrus ciliaris* L.)**

Santiago Garduño Velázquez¹, Salvador Fernández Rivera², Raúl Rodríguez³, Adrian Quero¹,
Alfonso Hernández¹.

¹Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carr. México-Texcoco, Texcoco, Edo. México. CP 56230.
queroadrian@hotmail.com ²INIFAP. Coyoacán, DF. ³Fac. Ciencias Químicas, UA de Coahuila,

Resumen

En 2006 fueron sembrados 36 genotipos de *Cenchrus ciliaris* L. en el Colegio de Postgraduados, Campus San Luis, introducidos de África y se evaluaron para tolerancia al frío, los siete genotipos que presentaron mejor adaptación, se caracterizaron por su morfología, valor nutritivo y se compararon con el cultivar comercial Buffel “Frío”. Los tres primeros componentes explicaron 79% de la variación total. El CP1 explico 49%, CP2 22% y CP3 9% de la variación total. Para CP1 las variables más importantes fueron: altura de planta, longitud de inflorescencia, altura de forraje, FDN, FDA, lignina, materia seca total y de tallos. Para CP2 fue materia seca de hojas, digestibilidad *in vitro*, relación hoja/tallo y cenizas. Las variables altura de planta, altura de forraje, diámetro de tallo, largo de inflorescencia, materia seca de tallos y total se correlacionaron positivamente ($P < 0.05$) con FDN, FDA y lignina pero, negativamente, con relación hoja/tallo, PC y digestibilidad *in vitro*.

Palabras clave: Caracterización morfológica, Componentes principales.

Introducción

El pasto Buffel *Cenchrus ciliaris* L. es una gramínea que se reproduce principalmente por apomixis, amacollada o rizomatosa, perenne, C₄, originaria de África (Hatch y Hussey, 1991), se encuentra distribuido en regiones subtropicales, áridas y semiáridas de África, Arabia, Pakistán, India, Australia, México, sur de Estados Unidos, Centroamérica, este de Brasil y norte de Argentina, en mayor proporción en regiones secas, crece en regiones con regímenes pluviométricos superiores a 350 mm, en altitudes desde nivel de mar hasta 2500 msnm (Bogdan, 1997). La mayoría de los genotipos de Buffel sufren daños en otoño e invierno por sequía y bajas temperaturas, afectando la producción de materia seca, calidad del forraje y persistencia de las praderas (Hussey y Bashaw, 1996). A pesar de que existen variedades que han sido seleccionadas para tolerancia al frío como: Zaragoza -115, Llano, Nueces y Frío, no han cumplido con las expectativas de los ganaderos (Ibarra *et al.*, 2011), de ahí la importancia de generar nuevos genotipos de Buffel que superen a los existentes, los objetivos de esta investigación fueron caracterizar la diversidad de siete nuevos genotipos tolerantes al frío, mediante su morfología, valor nutritivo y compararlos con el cultivar comercial “Frío”.

Materiales y Métodos

En 2006 fueron sembrados 36 genotipos silvestres de pasto Buffel provenientes del Instituto Internacional de Ganadería para África (ILCA) de Etiopía, colectados en África del Este, en el área agrícola experimental del Colegio de Postgraduados, *Campus* San Luis Potosí. Las variables morfológicas y químicas utilizadas en la caracterización, las cuales fueron reportadas como las de mayor importancia forrajera y valor nutritivo (Cuadro 1; Wouw *et al.*, 1999), las mediciones se realizaron a todos los genotipos con tres repeticiones por genotipo. La evaluación morfológica se realizó, en etapa reproductiva a la misma edad de rebrote. La toma de datos se realizó el 29 de septiembre de 2011, cuando finalizó el periodo de lluvias, a 93 días de rebrote. La precipitación acumulada entre 29 de junio y el 29 de septiembre de 2011, fue de 133 mm, concentrándose el 73% en septiembre.

Cuadro 1. Descriptores morfológicos y químicos, utilizados para caracterizar 8 genotipos de pasto Buffel *Cenchrus ciliaris* L. tolerantes al frío.

Código	Descriptores	Código	Descriptores
AP	Altura de planta (cm)	PMS	Peso de mil semillas (mg)
AF	Altura del forraje (cm)	MST	Materia seca total (g)
DT	Densidad de tallos m ²	MSH	Materia seca de hojas (g)
DTB	Diámetro de tallo en la base (mm)	MSTA	Materia seca de tallos (g)
DTM	Diámetro de tallo en la parte media (mm)	MSI	Materia seca inflorescencia (g)
ALH	Ancho lámina de la hoja central (mm)	RHT	Relación hoja/tallo
LLH	Longitud de lámina de hoja central (cm)	PC	Proteína cruda
LI	Longitud de inflorescencia (cm)	FDN	Fibra detergente neutro
LDI	Longitud del involucro (cm)	FDA	Fibra detergente ácido
FDI	Fusión del involucro (mm)	LIG	Lignina
NII	Número de involucros por inflorescencia	DIV	Digestibilidad <i>in vitro</i>
DM	Diámetro del macollo (cm)	CNS	Cenizas

Para analizar los datos de los valores estandarizados de las variables, se usó el software Info-Stat, (2008). Se analizó la matriz de correlación del ACP de 18 variables morfológicas y 6 químicas. Así mismo, se utilizó el análisis de componentes principales para determinar atributos relevantes a los genotipos, calculándose el coeficiente de determinación (R^2) de las variables en cada componente principal y se realizó la representación en el plano mediante un biplot en base a los dos componentes principales.

Resultados y Discusión

El análisis de correlación de 18 variables morfológicas y seis químicas mostró que algunas variables se correlacionan fuertemente con una probabilidad de significancia ($P < 0.05$; Cuadro 2). Altura de planta se correlacionó positivamente ($P < 0.05$) con altura de forraje, diámetro de tallo, materia seca (MS) total, MS de tallos, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina y negativamente ($P < 0.05$) con relación hoja/tallo y proteína cruda (PC). El diámetro en base y parte media de tallo se correlacionó positivamente ($P < 0.05$) con longitud de inflorescencia, FDA, FDM, lignina y negativamente con digestibilidad *in vitro*. Ancho de lámina de la hoja central correlacionó positivamente ($P < 0.05$) con MS total y longitud de inflorescencia. Materia seca total se correlacionó positivamente ($P < 0.05$) con MS de tallos y negativamente con

PC. Materia seca de tallos se correlacionó negativamente ($P < 0.05$) con PC, relación hoja/tallo y digestibilidad *in vitro*. Proteína cruda se correlacionó negativamente ($P < 0.05$) con FDA y lignina. Griffa *et al.* (2011), realizaron una evaluación morfológica de cuatro cultivares de *Cenchrus ciliaris* L. (Texas-4464, Molopo, Biolela y Lucero) bajo condiciones de sequía, encontraron diferencias ($P < 0.05$) entre cultivares, en las siguientes variables, altura de planta, ancho y longitud de hoja bandera, número de nudos, ancho del macollo, longitud del pedúnculo y MS. Se observó una correlación positiva entre altura de planta, número de nudos y ancho del macollo con rendimiento de MS.

Cuadro 2. Matriz de correlación para estandarización de 18 variables morfológicas y 6 químicas en análisis de componentes principales (ACP).

	AP	AF	DT	DTB	DTM	ALH	LLH	LI	LDI	FDI	NII	DM	PMS	MST	MSH	MSTA	MSI	RHT	PC	FDN	FDA	LIG	DIV	CNS		
AP	1.00																									
AF	0.95**	1.00																								
DT	-0.57	-0.39	1.00																							
DTB	0.74*	0.69*	-0.70*	1.00																						
DTM	0.75*	0.68*	-0.77*	0.97**	1.00																					
ALH	0.67	0.70*	-0.33	0.36	0.31	1.00																				
LLH	0.34	0.31	-0.12	0.01	-0.12	0.61	1.00																			
LI	0.80*	0.80*	-0.55	0.73*	0.64	0.70*	0.63	1.00																		
LDI	-0.78*	-0.77*	0.27	-0.32	-0.30	-0.55	-0.59	-0.70*	1.00																	
FDI	-0.21	-0.26	-0.12	0.19	0.25	-0.60	-0.62	-0.31	0.60	1.00																
NII	0.29	0.18	0.06	-0.23	-0.28	0.19	0.71*	0.21	-0.64	-0.44	1.00															
DM	0.17	0.16	0.37	0.00	-0.11	0.29	0.25	0.00	-0.08	-0.23	0.35	1.00														
PMS	0.42	0.58	-0.08	0.48	0.34	0.40	0.47	0.80*	-0.47	-0.21	0.01	-0.10	1.00													
MST	0.77*	0.79*	-0.25	0.43	0.38	0.90**	0.57	0.72*	-0.75*	-0.71*	0.33	0.43	0.41	1.00												
MSH	0.61	0.70*	0.22	0.05	0.00	0.68*	0.49	0.41	-0.69*	-0.54	0.54	0.58	0.31	0.76*	1.00											
MSTA	0.72*	0.73*	-0.41	0.57	0.51	0.88**	0.49	0.76*	-0.62	-0.65	0.11	0.31	0.44	0.95**	0.53	1.00										
MSI	0.20	0.02	-0.31	-0.12	-0.06	0.07	0.36	0.09	-0.56	-0.53	0.64	-0.05	-0.27	0.28	0.08	0.23	1.00									
RHT	-0.23	-0.22	0.60	-0.67	-0.64	-0.27	0.04	-0.49	0.02	0.11	0.52	0.29	-0.36	-0.28	0.37	-0.55	-0.01	1.00								
PC	-0.92**	-0.84**	0.67	-0.61	-0.61	-0.71*	-0.57	-0.86**	0.83*	0.32	-0.43	0.02	-0.45	-0.73*	-0.52	-0.69*	-0.36	0.23	1.00							
FDN	0.70*	0.58	-0.92**	0.88**	0.88**	0.48	0.23	0.77*	-0.39	-0.02	-0.09	-0.19	0.36	0.48	-0.06	0.65	0.21	-0.76*	-0.73*	1.00						
FDA	0.92**	0.86**	-0.63	0.90**	0.86**	0.55	0.31	0.85**	-0.60	0.01	0.16	0.19	0.53	0.64	0.40	0.66	0.04	-0.39	-0.83*	0.80*	1.00					
LIG	0.82*	0.80*	-0.55	0.90**	0.87**	0.29	0.10	0.76*	-0.60	0.05	0.05	0.02	0.57	0.49	0.24	0.54	0.08	-0.47	-0.69*	0.74*	0.91**	1.00				
DIV	-0.25	-0.25	0.44	-0.77*	-0.68*	-0.02	0.07	-0.50	0.06	-0.08	0.38	0.11	-0.48	-0.18	0.34	-0.40	0.05	0.86**	0.16	-0.67	-0.51	-0.68*	1.00			
CNS	0.60	0.65	0.03	0.15	0.12	0.32	0.45	0.48	-0.65	-0.04	0.56	0.13	0.48	0.33	0.71*	0.11	-0.05	0.48	-0.60	0.02	0.49	0.39	0.30	1.00		

AP altura de planta, AF altura de forraje, DT densidad de tallos m³, DTB diámetro de tallo en la base, DTM diámetro de tallo en la parte media, ALH ancho de la lámina de la hoja central, LLH longitud de la lámina de la hoja central, LI longitud de inflorescencia, LDI longitud del involucro, FDI fusión del involucro, NII número de involucros por inflorescencia, DM diámetro del macollo, PMS peso de mil semillas, MST materia seca total, MSH materia seca de hojas, MST materia seca de tallos, MSI materia seca de inflorescencias, PC proteína cruda, FDN fibra detergente neutro, FDA fibra detergente ácido, LIG lignina, DIV digestibilidad *in vitro* y CNS cenizas.

*, ** Significancia de correlación $P < 0.05$ y $P < 0.01$, respectivamente.

Los cinco componentes principales explican 93% de la varianza total; el primer componente principal (CP1) es el más importante porque explica 48% de la varianza total; el segundo componente principal (CP2) explica 22%; tercer componente (CP3) explica 9% y el cuarto componente (CP4) explica 8% de la varianza total (Cuadro 3).

Cuadro 3. Componentes principales resultantes de la matriz de correlación de 18 variables morfológicas y seis químicas, de ocho genotipos del pasto Buffel tolerantes al frío.

Componente Principal	Valor	Diferencia	Proporción	Acumulada
Y1	11.5	6.25	0.48	0.48
Y2	5.25	2.97	0.22	0.70
Y3	2.28	0.37	0.09	0.79
Y4	1.91	0.56	0.08	0.87
Y5	1.35	0.22	0.06	0.93

Una amplia correlación entre MS total y las variables diámetro de tallo, FDN, lignina, FDA, altura de planta, altura de forraje, largo y ancho de la lamina de la hoja central; la relación

hoja:tallo muestra una alta correlación con la digestibilidad *in vitro* (Figura 1). Por otra parte los genotipos B-1, B-2, B-4, B-5 y B-6 se encuentran correlacionados con variables relativas al rendimiento de MS total, con FDN, FDA, lignina y cenizas; por su parte, B-3 y B-Frío están más asociados con relación hoja/tallo, digestibilidad *in vitro*, densidad de tallos y proteína cruda. El genotipo B-7 se relacionó con proteína cruda, longitud del involucro y fusión del involucro. García *et al.*, (2003; 2007) evaluaron cinco nuevas líneas y la variedad Nueces de pasto Buffel, encontraron que las líneas que produjeron más forraje, tuvieron contenido de FDN, FDA, hemicelulosa más elevado y menor proteína cruda. Arshadullah *et al.* (2011), evaluaron el crecimiento estacional, variaciones genotípicas y su influencia en rendimiento y contenido nutricional de cinco líneas genéticas de *Cenchrus ciliaris* L., encontraron que la línea que produjo más forraje, presentó mayor ($P < 0.05$) contenido de fibra cruda y ceniza pero, menor proteína cruda, extracto libre de nitrógeno, extracto etéreo y digestibilidad *in vitro*, en comparación con líneas que produjeron menos forraje; por su parte, el contenido de proteína y la digestibilidad *in vitro* fueron mayores.

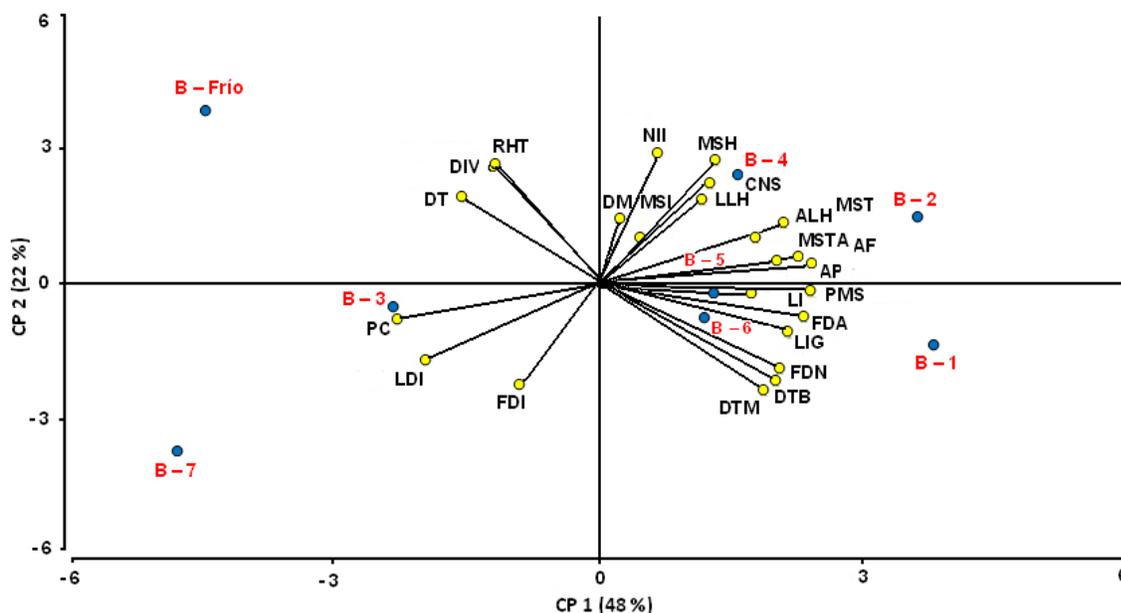


Figura 1. Distribución espacial de 8 genotipos de *Cenchrus ciliaris* L. tolerantes al frío (puntos azules), 18 variables morfológicas y 6 químicas evaluadas (puntos amarillos), elaborado en base a los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2).

Conclusiones

Existe variabilidad morfológica, de rendimiento y calidad nutritiva entre los ocho genotipos de pasto Buffel tolerantes al frío, las variables altura de planta, altura de forraje, diámetro de tallo, largo de inflorescencia, materia seca de tallos y total se correlacionaron positivamente con FDN, FDA y lignina, pero negativamente con relación hoja:tallo, proteína cruda y digestibilidad *in vitro*.

Literatura Citada

- Arshadullah, M. A. M., M. Muhammad, M. Rasheed, G. Jilani, F. Zahoor, and S. Kaleem. 2011. Seasonal and genotypic variations influence the biomass and nutritional ingredients of *Cenchrus ciliaris* L. Grass Forage. *Int. J. Agric. Biol.* 13(1): 120-124.
- Bogdan, A. V. 1997. Pastos tropicales y plantas de forraje. A. G. T. Editor, S. A. México, D. F. 461 p.
- Cox, J. R., M. H. Martín, F. A. Ibarra, J. H. Fourie, N. F. G. Rethman, and D. G. Wilcox. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African grasses. *J. Range Manage.* 41(2): 127-13.
- García, D. G. J., L. R. Ramírez, R. Foroughbakhch, y R. R. Morales. 2003. Valor nutricional y digestión ruminal de cinco líneas apomíticas y un híbrido de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). *Téc. Pecu. Méx.* 41(2): 209-218.
- García, D. G. J., L. R. Ramírez, R. R. Morales, and D. G. García. 2007. Ruminal digestion and chemical composition of new genotypes of Buffelgrass *Cenchrus ciliaris* L. under irrigation and fertilization. *Interciencia.* 32(5): 349-353.
- Griffa, S., A. Ribotta, C. Luna, G. Bollati, C. E. López, E. Tommasino, E. Carloni, M. Quiroga, y K. Grunberg. 2011. Evaluación morfológica del cultivar de Buffelgrass "Lucero INTA-PEMAN" en condiciones de sequía. *Rev. Inv. Agropecuaria.* 37(1): 86-91.
- Hatch, S. L., y M. A. Hussey. 1991. Origen, taxonomía y oportunidades de mejorar genéticamente al Buffel y especies afines. *In: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez. Aprovechamiento integral del zacate Buffel. Simposio Internacional. Séptimo congreso nacional sobre manejo de pastizales. SOMMAP. Cd. Victoria, Tamps. México. pp: 3-13.*
- Hussey, M. A., and Bashaw E. C. 1996. Performance of Buffelgrass germplasm with improved winter. *Survival. Agron. J.* 88: 944-946.
- Ibarra, F. F. A., R. M. Martín, M. A. Hussey, B. L. Burson, B. F. Denogean, M. S. Moreno, y A. F. Ayala. 2011. Variedades de zacate Buffel tolerantes al frío. *Publicación Técnica No. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Sonora, Méx. 34 p.*
- Info Stat. 2008. *Manual del usuario. Ed. Brujas. Córdoba, Argentina. 336 p.*
- Wouw, V. M., J. Hanson and S. Nokoe. 1999. Observation strategies for morphological characterization of forages. *Genet. Resour. Crop Evol.* 46: 63-71.

Agradecimientos. Los autores desean expresar su agradecimiento al Fideicomiso de Investigación Colegio de Postgraduados, Línea Prioritaria de Investigación 11. Sistemas de Producción Agrícolas, Ganaderos, Forestales y Acuícolas, por su apoyo para la realización de este trabajo.

CARACTERIZACIÓN CITOLÓGICA DE RECURSOS GENÉTICOS DE PASTO GIGANTE [*Leptochloa dubia* (H.B.K) Nees]

PLOIDY CHARACTERIZATION IN *Leptochloa dubia* (HBK) NEES RESOURCES

Santiago Garduño¹, David Bonnet, Adrian R. Quero¹, Alfonso Hernández¹, Javier F. Enríquez² y David Hernández¹.

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carr. México Texcoco, 56230. Texcoco, Edo., de México. queroadrian@colpos.mx ²CIMMYT. El Batán, Texcoco, Edo., de México, ³INIFAP. SE La Posta, Veracruz.

Resumen

Leptochloa comprende 32 especies distribuidas en zonas tropicales, algunas de importancia como forrajeras: *L. dubia*, *L. chinensis*, *L. obtusiflora*, *L. paniceae*. Pasto Gigante [*Leptochloa dubia* (H.B.K) Nees] es nativa del centro-norte de México, contribuye de manera importante a la alimentación del ganado y fauna silvestre. El objetivo fue evaluar y caracterizar la diversidad citológica de una colección de pasto Gigante, formada por 60 poblaciones. La semilla se colectó en 2009, en Ags, Coah, Chih, Dgo, Go, Hgo, Jal, Méx, Mich, Qro, SLP y Zacs, lo que hace de la muestra buen representante de la diversidad natural. Los conteos cromosómicos se realizaron en ápices radicales de 0.5 a 1cm; los cuales, se cortaron y trataron con 8-hidroxiquinolina (0.002 M) por 3 h, se fijaron en solución (3:1v/v alcohol absoluto y ácido acético) y se conservaron a 4 °C. Investigaciones previas de cromosomas para Gigante indican cuatro niveles de ploidía, diploide a octoploide ($2n=2X=20$; $2n= 4x= 80$). Se encontraron únicamente tetraploides (183 plantas) y diploides (10 plantas). El 95% de las plantas analizadas fueron tetraploides y se localizaron en todas las poblaciones, el 5% restante, diploides, se encontraron en seis poblaciones provenientes de Hgo, SM de Allende, Gto y límites entre Gto, Jal y Ags; lo anterior, es indicativo del flujo genético en áreas con diversidad de niveles de ploidía e indicativo de posibles centros de origen de especie, especialmente Tepezala, Ags., como sitio de interés.

Palabras clave. ploidía, pasto gigante, citología

Introducción

Leptochloa es un género de aproximadamente 32 especies anuales y perennes, algunas de las cuales son de importancia económica y ecológica como maleza: *L. coerulescens*, *L. fascicularis*, *L. filiformis*, *L. scabra*, *L. uninervia* y, otras, como forrajeras nativas: *L. dubia*, *L. chinensis*, *L. obtusiflora*, *L. paniceae*, distribuyéndose en regiones tropicales y subtropicales del mundo (Watson y Dallwitz, 1994). En México se han reportado 11 especies de *Leptochloa*, distribuidas principalmente en el trópico seco y húmedo. Gigante [*Leptochloa dubia* (H.B.K) Nees] es perenne amacollada de crecimiento erecto, con 30 a 110 cm de altura, con buen potencial de producción de biomasa, excelente contenido de proteína y digestibilidad (Pitman, 1980). Su distribución ocurre del S de USA a Argentina, Bolivia y Chile, se han encontrado desde 100 a 2500 y, en ocasiones, hasta 3150 msnm en los Andes. Los estudios citogenéticos en gramíneas nativas son importantes desde el punto de vista teórico y práctico, ya que su conocimiento, muestra las relaciones existentes entre especies dentro de un género o familia, ayudan a caracterizar el germoplasma, clarificar el origen de híbridos naturales y variedades cultivadas.

Además, gran parte de las características reproductivas y evolutivas de las especies se explican por el conocimiento de rasgos citológicos (Pozzobon *et al.*, 2006) y complementa la información obtenida por métodos moleculares para el mejoramiento genético, cuando se usa en un programa de cruza intra e interespecíficas (García, 1990). Pasto Gigante se caracteriza por $n = X = 10$ cromosomas (Valls, 1978). En estudios previos de conteos de cromosomas para *L. dubia* se encontraron cuatro complementos cromosómicos que van desde diploide ($2n = 2X = 20$) hasta octoploide ($2n = 2X = 80$; Valls, 1978). Pasto Gigante tiene su centro de origen en el centro-norte de México y sur de Estados Unidos (Pohl y Davidse, 1994). En los centros de origen de otras gramíneas forrajeras como *Panicum*, *Brachiaria*, *Tripsacum*, *Paspalum* y *Bouteloua* es donde se ha encontrado mayor variación genética, inclusive en niveles de ploidía, resistencia a condiciones adversas, plagas y enfermedades (Quero *et al.*, 1998; Morales *et al.* 2006), en estos mismos pueden existir zonas de hibridación natural entre plantas de la misma especie con diferente nivel de ploidía (De Wet, 1986; Do Valle y Savidan, 1996), aunque la mayoría de los individuos híbridos son estériles y presentan desventajas en comparación con sus padres, algunos de ellos pueden presentar ventajas evolutivas y fijar algunos caracteres de importancia (De Wet, 1986), en estas zonas es donde ocurre mayor dinámica de flujo genético entre diversos niveles de ploidía (Quero *et al.*, 2010). En plantas, la poliploidía ocurre de 35 a 40% y, en gramíneas, hasta 70% de frecuencia, lo que puede representar ventaja ecológica (Stebbins, 1972). En forrajeras, la mayoría de las especies incrementa la producción de biomasa debido a células de mayor tamaño y mayor plasticidad en el genoma para adaptarse a ambientes diversos (Quero *et al.*, 2010). El objetivo fue caracterizar 60 poblaciones nativas de pasto gigante con base en su número de cromosomas, identificar a los individuos diploides y poliploides y relacionarlos con su origen geográfico.

Materiales y Métodos

Se recolectó semilla de 59 poblaciones nativas de pasto Gigante, en 11 estados: Ags., Coah., Chih., Dgo., Gto., Jal., México, Mich., Qro., SLP y Zacs, entre las latitudes ($19^{\circ} 20'$ a $28^{\circ} 38'$ N; Fig. 1); en cada sitio, se recolectó semilla de 10 plantas y éstas fueron consideradas una población. Se sembró semilla de cuatro plantas por población, en charolas de germinación bajo condiciones de invernadero, tres semanas después de la emergencia fueron trasplantadas en macetas de 15 cm de diámetro y 20 cm de altura. El trabajo experimental fue realizado en el Laboratorio de Cruzas Amplias del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en Texcoco, Edo. de México. **Conteo de cromosomas.** Determinado a partir de células de punta de la raíz con 0.5 a 1 cm. Las raíces obtenidas de macetas, seleccionándose raíces jóvenes en crecimiento activo, se cortó el ápice con 0.5 a 1 cm, las raíces se limpiaron y las plantas vueltas en sus macetas, la hora de recolección de las raíces fue determinada entre 10:00 y 11:00 am, hora a la que se encontró mayor número de células en metafase. La raíces cortadas se trataron con 8-hidroxiquinolona (0.002 M) a temperatura ambiente durante 3:30 h; posteriormente, se fijaron en solución (3:1v/v alcohol absoluto y ácido acético glacial) y se conservaron en refrigeración a 4°C , hasta su evaluación al microscopio (García, 1990). se agregó ácido acético al 75% y calor para destruir la pared celular, facilitar la dispersión de células, se aplicó rojo carmín para mejor tinción de cromosomas (García, 1990). Después de colocar el cubreobjeto, se ejerce presión uniformemente con el pulgar sobre éste, para dispersar cromosomas colocarlos en un mismo plano. Se examinaron de 2 a 5 ápices por planta y se contaron al menos en tres células en metafase por ápice en objetivo de inmersión 100 X.

Resultados y Discusión

El contabilizaron 193 plantas de 59 poblaciones de pasto Gigante, se detectaron 183 plantas tetraploides ($2n = 4X = 40$) presentes en todas las poblaciones y 10 diploides ($2n = 2X = 20$; Fig. 2) encontrados en 5 poblaciones (Cuadro 1). Los individuos tetraploides representaron 95% de las plantas y únicamente 5% fueron diploides. Covas, (1949) en Sudamérica, encontró únicamente plantas con 40 cromosomas, mientras que, en Texas observó plantas hexaploides que contenían 60 cromosomas; Gould y Soderstorm (1967), encontró dos accesiones diploides ($2n = 2X = 20$) y 3 accesiones tetraploides ($2n = 4X = 40$), y Valls, (1978), encontró ocho accesiones octoploides ($2n = 8X = 80$) y cuatro tetraploides ($2n = 2X = 40$) en Texas. Se encontraron tres zonas con plantas diploides: una en la parte sur-oeste de Hidalgo, una en S. M. de Allende, Guanajuato y tres sitios en los límites de Guanajuato, Jalisco y Aguascalientes (Fig. 1). Estas son fuente de diversidad, por el flujo genético, es posible que ocurran hibridaciones naturales entre plantas con diferente nivel de ploidía con mayor frecuencia (De Wet, 1986) como ocurre en *Tripsacum* (Quero *et al.*, 1997).

Conclusiones

Se realizó el conteo cromosómico de 193 plantas de pasto Gigante, correspondientes a 59 poblaciones colectadas en 10 estados de la República Mexicana, se encontraron 183 plantas tetraploides ($2n=4X=40$) y 10 diploides ($2n=2X=20$). Las plantas diploides se ubicaron en tres regiones. Estos sitios poseen mayor flujo genético en esta especie y puede ocurrir hibridación natural entre plantas con diferente nivel de ploidía. La apomixis puede ser un mecanismo de evasión de la esterilidad, por desbalance embrión: endospermo en diferentes niveles de ploidía, conviene realizar estudios de desarrollo del saco embrionario para correlacionarlo con el nivel de ploidía y definir la presencia de apomixis en esta especie.

Cuadro 1. Poblaciones de pasto Gigante [*Leptochloa dubia* (H.B. K.) Nees], población, número de células analizadas y nivel de ploidía (2n).

Pob.	Colecta	Edo.	2x	4x	Pob.	Colecta	Edo.	2x	4x	Pob.	Colecta	Edo.	2x	4x
1	SM Allende	Gto.	1	3	22	V Juárez	Ags.	-	3	44	Tepetitlan	Hgo	-	4
2	SL Paz	Gto.	-	4	23	Esp. Sto.	SLP	-	4	45	Chapantongo	Hgo	1	4
3	Dol. Hgo	Gto.	-	3	24	V Hgo.	Zac.	-	4	50	Calabazal	Zac.	-	3
4	Ocampo	Gto.	-	3	25	S Palma	Jal	-	4	51	Vte. Gro.	Dgo	-	3
6	Pinos	SLP	-	3	26	Ahualulco	SLP	-	3	52	Gachupines	Gto.	-	3
7	P Natera	Zac	-	4	28	O Agua	Jal	-	3	53	Glez-Ortega	Zac.	-	3
8	Saladillo	SLP	-	3	29	Patrocinio	SLP	-	5	54	V. Arriaga	SLP	-	3
9	Sta Elena	Zac	-	3	31	C Hondo	SLP	-	3	55	Texcoco	Méx.	-	3
10	G Ortega	Zac	-	3	32	V Reyes	SLP	-	3	56	La Vaquita	Zac.	-	3
11	El Liaño	Gto.	1	3	33	ElNovillo	Gto.	-	3	57	Chihuahua	Chih.	-	3
12	Ojuelos	Jal.	-	3	34	P Mota	Qro.	-	3	58	Chicoloapan	Méx.	-	3
13	R Romos	Ags.	-	3	35	Gpe	Hgo	-	3	59	M de Flores	Méx.	-	3
14	Encinillas	Ags.	-	3	37	Huichapan	Hgo	-	3	60	SJ Dea	Hgo	-	3
15	V Hgo	Zac	-	3	38	Tecozautla	Hgo	-	3	61	R Nuevo	Hgo	-	3
17	Tepezala	Ags.	3	1	39	Jonacapa	Hgo	-	3	62	Piramides	Méx.	-	3
18	Loreto	Zac.	-	4	40	Portezuelo	Hgo	-	3	63	Méx-Tuxpan	Hgo	-	3
19	Campos	Jal	-	4	41	SS Tenoch	Hgo	-	3	64	Tex-Tlax.	Méx.	-	3

20	Palo Alto	Ags.	-	3	42	Nopala	Hgo	-	3	65	Zac-SLP	SLP	-	3
21	Buenvista	Ags.	-	3	43	Marquez	Hgo	2	3	66	Matchuala	SLP	-	3
					67	STiburcio	Zac	-	3	68	S Hgo	SLP	-	3

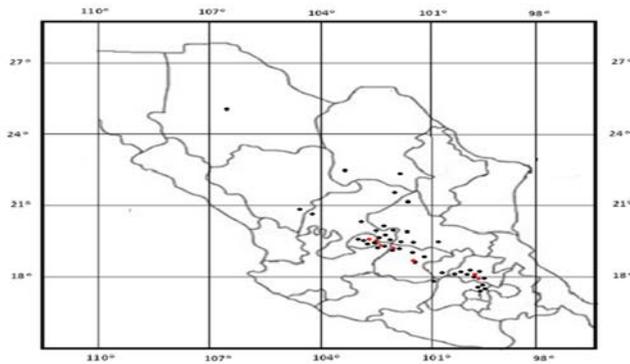


Figura 2. Sitios de recolecta de *Leptochloa dubia* (H.B.K.) Ness. Colores claros son de diploides.

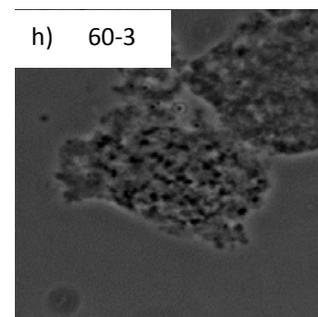
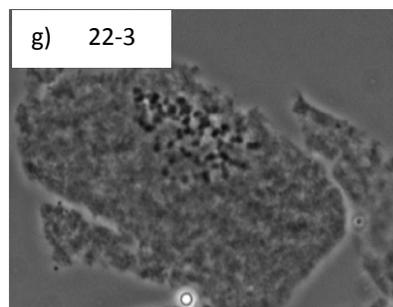
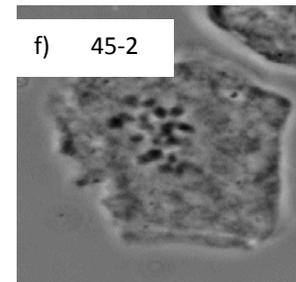
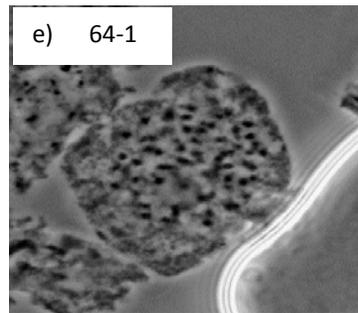
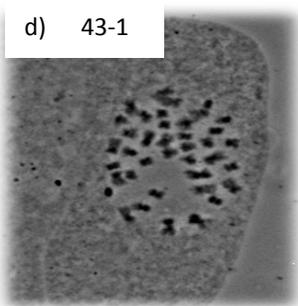
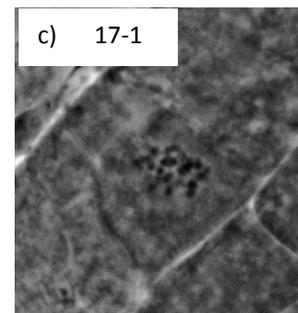
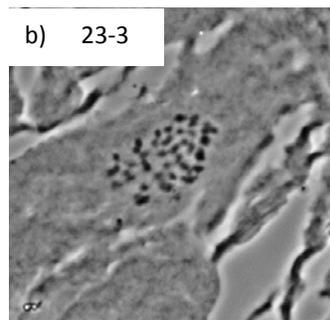
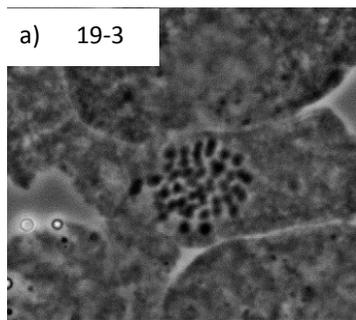


Figura 1. Metafase mitótica de [*Leptochloa dubia* (H. B .K) Nees]. a) 19-2 ($4n=40$), b) 23-3 ($2n = 4X = 40$), c) 17-1 ($2n = 2X = 20$), d) 43-1 ($2n = 4X = 40$), e) 64-1 ($2n = 4X = 40$), f) 45-2 ($2n = 2X = 20$), g) 22-3 ($2n = 4X = 40$), h) 60-3 ($2n = 4X = 40$).

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Fideicomiso Colegio de Postgraduados, Línea Prioritaria de Investigación 16. Innovación Tecnológica y al CIMMYT, por su valioso apoyo en el desarrollo de esta investigación.

Literatura Citada

- Brown, W. V. 1951. Chromosome numbers of some Texas grasses. Bull. Torrey Bot. Club. 78: 292-299.
- Covas, G. 1949. Estudios cariológicos en antófitas. III. Darwiniana. 9(1):158-162.
- Do Valle C. and H. Savidan. 1996. Genetics, cytogenetics and reproductive biology of *Brachiaria*. *Brachiaria: Biology, Agronomy, and improvement*. CIAT-EMBRAPA. pp. 147-163.
- García, V., A. 1990. Técnicas y procedimientos de citogenética vegetal. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 144 p.
- Morales N.C.R, Quero A.R, Hernández A, Pérez J, González S.S. 2006. Evaluación de la diversidad del pasto nativo *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr. mediante marcadores de AFLP. *Agrociencia*. 40:711-720.
- Pitman W. 1980. Relationships between seasonal forage quality patterns and structural carbohydrates of warm-season grasses and environmental factors. Thesis of doctor of philosophy. Texas A&M University. 97 p.
- Quero CAR, Savidan YH, Berthaud J, Pérez JP, Espinoza JV. 1998. Estudios citogenéticos en el género *Tripsacum*. *Agrociencia*. 23:78-83.
- Quero, C. A., J. F.Q. Enríquez, C. R. N. Morales y L. J. Miranda. 2010. Apomixis y su importancia en el mejoramiento en la selección y mejoramiento de las gramíneas tropicales. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 1(1):25-41.
- Stebbins, G. I. 1972. The Evolution of the Grass Family. Chapter 1 in *The Biology and Utilization of Grasses*. Academic Press, Inc., New York and London. 86p
- Valls, J. M. F. 1978. A biosystematic study of *Leptochloa* with special emphasis on *Leptochloa dubia* (Graminae:Chlorideae). *Ph. D. thesis*. Texas A & M. Univ., College Station. 76p.
- Watson, L. y M. Dallwitz. 1994. *The grass genera of the World*. Cab International. Cambridge UK. 1063 p.

**PRODUCCION Y CALIDAD DE FORRAJE DE SIETE VARIEDADES DE AVENA
EN DIFERENTES ETAPAS DE CORTE EN EL SUR DE JALISCO**

**FORAGE PRODUCTION AND QUALITY OF SEVEN VARIETIES OF OATS IN
DIFFERENT STAGES OF COURT IN THE SOUTHERN OF JALISCO**

Alfredo González¹, Luis E Arias², Alejandro Yáñez¹, Luis A. González³, Manuel Silva¹,
Mario A Vega² y Rubén Larios⁴

¹INIFAP-CIRPAC- C.E. Tecomán, ²INIFAP-CIRPAC-C.E. Centro Altos de Jalisco, ³Consultor privado, ⁴CBTA-DGETA Calvillo, Ags.

Resumen

Con el objetivo de encontrar alternativas para la producción y utilización de recursos forrajeros para el desarrollo de sistemas sustentables de lechería familiar en diferentes ambientes agroecológicos, se realizó un ensayo experimental sobre producción y calidad de forraje de siete variedades de avena en la región templada del Sur de Jalisco. El trabajo se realizó en el Predio "La Huizachera", ubicado en el Km 2.0 de la carretera libre Cd. Guzmán-Sayula, Jal., con coordenadas 19° 44' 48" de latitud norte y 103° 27' 37" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 1513 m. La precipitación media anual es de 750 mm, con 12 días de heladas en el invierno. Se establecieron durante el ciclo PV-2009 las variedades: Avemex, Monaida, Turquesa, Saia, Karma, Obsidiana y Cuauhtémoc, cosechadas a cuatro etapas fenológicas: Vegetativa (a 60 días), floración, grano masoso y madurez. Se fertilizaron con la dosis anual de 150-50-50, se controló maleza en forma manual e incidencia de plagas del follaje y suelo con aspersiones de insecticidas químicos. Las variables medidas fueron: Altura (ALT), rendimiento de forraje verde (RFV) y seco (RFS), contenido de proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), lignina (LIG), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). Se utilizó un diseño experimental en parcelas divididas 7 X 4, con tres repeticiones por tratamiento. Los resultados fueron P<0.05 para variedades en las variables de ALT, RFV y en etapas fenológicas para ALT, RFV y RFS. Con relación a la calidad medida durante la etapa de grano masoso, la PC, FDN, FDA y DIVMS fueron diferentes (P<0.05) para las variedades evaluadas.

Palabras clave: Avena, Variedades, Producción, Forraje y Calidad.

Abstract

With the objective of find alternatives for the production and use of forage resources for the development of sustainable systems of family dairy farms in different agroecological environments, an experimental assay was conducted on forage yield and quality of seven varieties of oats in the temperate region of southern Jalisco, Mexico. The study was conducted in Farm "La Huizachera" located at Ciudad Guzman, Jalisco, at 19° 44' 48" N and 103° 27' 37" W. The average annual precipitation is 750 mm, with 12 days of frost in the winter. The following varieties were tested during spring-summer 2009: Avemex, Monaida, Turquesa, Saia, Karma, Obsidiana and Cuauhtemoc. Harvest was carried out at four phenological stages: vegetative (60 days), flowering, milk-dough grain stage and physiological maturity. Plots were fertilized at a 150-50-50 N-P-K rate, weeds were controlled it manually, the foliage and soil pests were controlled with chemical insecticides. Variables measured were: Plant height

(PH), wet forage yield (WFY) and dry forage yield (DFY), Crude protein (CP), *in vitro* digestibility of dry matter (IVDMD), lignin (LIG), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF). The experimental design was completely randomized block with factorial arrangement (7 x 4) with three replications. PH and WFY were different ($P < 0.05$) for varieties and at phenological stages for PH, WFY and DFY. The quality of forage in the milk-dough grain stage, the CP, NDF, ADF and IVDMD were different ($P < 0.05$) for the varieties tested.

Introducción

La alimentación representa el 67% de los costos de producción del litro de leche de bovino y dentro de éstos, los granos y concentrados representan del 54% al 60% (FIRA, 2009). Estos indicadores, al representar el mayor gasto, son los conceptos que deciden la viabilidad de las unidades de producción, en un entorno donde la industria demanda leche a precios bajos para poder competir en el mercado (Mariscal *et al* 2004), razón por la que se deben enfocar los esfuerzos a reducir los costos de alimentación. Una alternativa es la búsqueda de las mejores opciones forrajeras para cada ambiente agroecológico, como puede ser las diferentes variedades de Avena, considerando en México como un cultivo de doble propósito y versátil, dado que se adapta a regiones de clima templado, seco, tanto para invierno como en primavera-verano, así como en terrenos de temporal ó de riego. Las regiones identificadas con buen potencial para este cultivo en México, se ubican en los estados Jalisco, Michoacán y el Bajío (UNAM, 2006). Los rendimientos de forraje de la avena varían de acuerdo a la variedad empleada y a las condiciones agroecológicas de la región. Un estudio de cereales en condiciones de temporal, realizado en Ensenada, B.C. indica que los rendimientos de variedades de Avena, oscilan de 1.8 a 3.9 ton MS/ha, sobresaliendo la variedad Cuauhtémoc (Chávez, 1999). En Costa Rica (INTA, 2012) se han obtenido producciones que van de 10.9 a 19.5 toneladas de forraje seco por hectárea al inicio de la floración (aproximadamente 100 días después de la siembra), cuyo contenido de proteína cruda es de 8 a 12% y entre 60 y 85% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca. El año agrícola del cultivo también influye en gran medida en el rendimiento de forraje, ya que en años buenos se pueden cosechar hasta 15.0 ton MV/ha y en años con baja precipitación, los rendimientos disminuyen hasta 9.4 ton MV/ha, equivalente a 5.0 y 3.0 ton MS/ha respectivamente (Financiera Rural, 2010). La planta completa fresca de Avena, contiene de 12.8 a 18.0 % de PC, la planta henificada presenta valores intermedios de 8.8% y cuando se recolecta como paja, después de cosechado el grano tiene contenidos de 4.9%; la planta completa ensilada en etapa de grano masoso contiene de 8.0 a 14.0% (Rodríguez, et al., 2009).

Materiales y Métodos

El trabajo experimental se realizó en la comunidad de “La Catarina”, predio “La Huizachera” ubicado en el Km 2.0 de la carretera libre Cd. Guzmán-Sayula, Jal., con coordenadas 19° 44’ 48” de latitud norte y 103° 27’ 37” de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 1513 m. El clima de este municipio es semi-seco con invierno y primavera secos, semi-cálido con estación invernal definida y 12 días de heladas. La precipitación media anual es de 700 a 800 milímetros, con régimen de lluvias del 1° de junio al 30 de diciembre. La temperatura media anual es de 20.1°C. El municipio se encuentra cubierto por un suelo café y café rojizo de bosque en toda su extensión, estos suelos son de origen podzólicos (de ceniza), los cuales se desarrollan bajo árboles de hojas anchas en climas medianamente fríos; son adaptables a la ganadería porque pueden desarrollar pastos abundantes. El pH del suelo es medianamente ácido (6.43), con un bajo contenido de materia orgánica (1.3%), bajo en nitrógeno,

moderadamente bajo en fósforo, contenido medio de potasio, de textura migajón arcillo arenoso, libre de carbonatos y de sales. Los tratamientos evaluados consistieron en la combinación de dos factores: 1) Variedades (Avemex, Monaida, Turquesa, Saia, Karma, Obsidiana y Cuauhtémoc como testigo) y 2) Etapa de corte (etapas vegetativa a 60 días, floración, grano masoso y madurez). El experimento se estableció con base en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial y tres repeticiones por tratamiento. El tamaño de la parcela experimental fue de 7.2 m² (4 surcos de 6 m de largo espaciados a 30 cm) siendo la parcela útil de 0.6 m² por corte (2 metros lineales en 2 surcos centrales). La densidad de siembra fue de 120 kg/ha y el método utilizado fue a “chorrillo” en el fondo del surco. La dosis de fertilización a la siembra fue de 50-50-50 con base a Urea, Superfosfato triple de calcio y Cloruro de potasio. La segunda fertilización se realizó a los 45 días de la siembra con la dosis de 100-00-00, con base a Urea. La cosecha se realizó de acuerdo a la etapa fenológica y el forraje fue secado a 60 °C para la determinación de la materia seca total y molido en malla de 1 mm para la determinación de los análisis químicos, los cuales se realizaron solo para la etapa de grano masoso. Las variables registradas fueron: Altura (ALT), rendimiento de forraje verde (RMV) y seco (RMS), contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina (LIG) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). El análisis estadístico de la información, se realizó mediante un paquete computacional (SAS, 2008).

Resultados y Discusión

El comportamiento productivo de las variedades de Avena, tuvo variación significativa ($P < 0.05$) para las variables de ALT y RFV, pero en RMS no fue significativa la diferencia entre los materiales evaluados (Cuadro 1). Las mayores alturas fueron 77.16 cm a 84.08 cm en las variedades Cuauhtémoc, Monaida, Obsidiana, Saia y Avemex, iguales estadísticamente entre sí, pero la Avemex y la Saia fueron superiores solo a Karma y Turquesa que presentaron las menores alturas de 71.16 cm y 72.58 cm respectivamente. Comportamiento similar se observó en la producción de forraje verde, donde sobresalieron las mismas variedades, con rendimientos de 19.75 ton MV/ha a 27.16 ton MV/ha, pero solo la variedad Monaida aventajó a Karma y Turquesa que tuvieron los menores rendimientos de 17.75 ton MV/ha y 19.33 ton MV/ha respectivamente. El rendimiento de materia seca fue igual ($P > 0.05$) para todas las variedades evaluadas, que oscilaron de 4.58 ton MS/ha en la variedad menos productiva (Cuauhtémoc) a 6.5 ton MS/ha en la de mayor rendimiento (Monaida).

Cuadro 1 .- Comportamiento productivo de diferentes variedades de Avenas forrajeras en el Sur de Jalisco. Ciclo PV-2009

VARIETADES	ALTURA cm	FORRAJE VERDE t/ha	MATERIA SECA t/ha
1 Turquesa	72.58 b	19.333 b	5.083 ^{ns}
2 Obsidiana	80.33 ab	22.250 ab	6.083
3 Karma	71.16 b	17.750 b	5.166
4 Avemex	83.41 a	20.250 ab	5.666
5 Saia	84.08 a	19.750 ab	5.250
6 Cuauhtémoc	77.16 ab	20.083 ab	4.583
7 Monaida	77.50 ab	27.167 a	6.500

Tukey. 0.05, ns= diferencia estadística no significativa

Las etapas de cosecha tuvieron variación significativa ($P < 0.05$) en las variables de ALT, RFV y RFS de las variedades evaluadas (Cuadro 2). La menor altura de la planta se dio en la

cosecha a los 60 días de edad (68.00 cm), inferior al resto de las etapas de cosecha (Grano masoso, floración y madurez), que presentaron valores superiores e iguales entre sí de 77.81 cm a 83.37 cm. Las etapas de mayor producción de forraje verde fueron durante la floración, grano masoso y 60 días, con valores respectivos de 26.28, 25.42 y 24.09 ton MV/ha, estos valores fueron iguales entre sí, pero superiores a la etapa de madurez, donde se obtuvo el menor rendimiento de 7.95 ton MV/ha. Para el RMS, la etapa de grano masoso fue la de mayor producción (7.09 ton MS/ha), diferente y superior al resto de las etapas que fueron iguales entre sí, con valores de 4.61 ton MS/ha a 5.38 ton MS/ha.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las producciones de forraje seco de las diferentes variedades de Avena evaluadas, fueron inferiores a las que se obtuvieron en Costa Rica (INTA, 2012), donde estas tuvieron acceso al riego, pero similares a los obtenidos en diferentes estudios realizados en México (Financiera rural, 2010) y superiores a los reportados por Chávez, 1999 en Baja California, bajo condiciones de temporal y un limitado régimen de precipitaciones, estas variaciones se atribuyen a las diferencias del potencial forrajero entre variedades evaluadas, al año, época y condición del cultivo (UNAM, 2006); así como a la etapa fenológica de cosecha de la planta. También influyó en gran medida la precipitación del ciclo PV-2009 en el área de estudio, ya que fue un 30 % menos que el promedio histórico.

Cuadro 2.- Comportamiento productivo de diferentes variedades de Avenas forrajeras por etapa de cosecha en el Sur de Jalisco. Ciclo PV-2009

ETAPA DE COSECHA	ALTURA cm	FORRAJE VERDE t/ha	MATERIA SECA t/ha
Floración	77.81 a	26.286 a	5.381 b
Grano Masoso	83.47 a	25.429 a	7.095 a
60 días	68.00 b	24.095 a	4.619 b
Madurez	82.85 a	7.9524 b	4.809 b

Tukey. 0.05

El análisis de calidad del forraje de las variedades de Avena evaluadas durante la etapa de grano masoso, presentaron variación significativa ($P < 0.05$) para las variables de PC, FDN, FDA y DIG; pero no para LIG (Cuadro 3). El contenido de PC alcanzó valores altos en las variedades Obsidiana y Karma (12.1%), así como en Avemex (12.2%), iguales entre si, pero superiores y diferentes solo a Cuauhtémoc (8.7%) y Saia (8.6%); el resto de los materiales tuvieron contenidos intermedios. Para FDN la variedad Monaida tuvo valores altos (58.5%), similares a Obsidiana (50.8%), Avemex (51.6%) y Saia (56.1%); pero diferentes y superiores al resto de las variedades evaluadas. Con relación a FDA, los valores superiores fueron para las variedades Saia, Monaida, Avemex, Karma y Obsidiana, con contenidos respectivos e iguales entre sí de 42.6%, 44.2%, 40.5%, 39.4% y 40.1%; pero solo Monaida y Saia superaron a Cuauhtémoc (36.6%) y Turquesa (33.2%). El contenido de LIG no tuvo variación entre variedades, que oscilaron con valores bajos de 4.8% (Avemex) a valores altos (9.4%) en Monaida. La DIG presentó variación significativa con valores superiores e iguales entre sí para la mayoría de las variedades evaluadas; excepto en Monaida (48.5%) que tuvo menor contenido solo con relación a Turquesa, Obsidiana, Karma y Saia, que alcanzaron valores altos de 60.1, 63.9, 62.3 y 59.8% respectivamente. Estos resultados obtenidos indican

un contenido medio de PC, similar a lo que indica INTA, 2012, pero inferiores a los encontrados por Rodríguez, et al., 2009 al analizar la planta completa fresca, como fue el caso del presente estudio. Los valores de FDN y FDA estuvieron estrechamente relacionados con la DIVMS, ya que los contenidos altos de fibra, propiciaron una baja DIVMS en las variedades evaluadas (INTA, 2012; NRC, 2009).

Cuadro 3.- Composición química y digestibilidad de variedades de Avenas forrajeras en la etapa de grano masoso en el Sur de Jalisco. Ciclo PV-2009

AVENAS	PC %	FDN, %	FDA, %	LIGNINA, %	DIVMS, %
Turquesa	11.2 ab	48.4 bc	33.2 c	7.9 ^{ns}	60.1 a
Cuauhtemoc	8.7 b	48.9 bc	36.6 bc	8.5	58.3 ab
Obsidiana	12.1 a	50.8 abc	40.1 ab	6.6	63.9 a
Karma	12.1 a	46.3 c	39.4 ab	7.3	62.3 a
Avemex	12.2 a	51.6 abc	40.5 ab	4.8	56.6 ab
Monaida	11.0 ab	58.5 a	44.2 a	9.4	48.5 b
Saia	8.6 b	56.1 ab	42.6 a	7.7	59.8 a

Tukey. 0.05, ns= diferencia estadística no significativa

Conclusiones y Recomendaciones

Las variedades tuvieron un comportamiento productivo diferente en ALT y RFV, pero no en RMS. De igual forma en el contenido de PC, FDN, FDA y DIVMS, pero no para LIG. Las siete variedades evaluadas son una alternativa para la producción de forraje en la región templada del Sur de Jalisco y se sugiere cosecharlas durante la etapa de grano masoso para incrementar en 50% el rendimiento de forraje respecto a otras etapas fenológicas de la planta, además de que se obtienen altos contenidos de PC, DIVMS y aceptables de FDN y FDA.

Literatura Citada

- Chávez, D. J. A. 1999. Guía para producir forraje de Avena y Cebada bajo temporal en la costa de Ensenada. Guía técnica. INIFAP-Fundación Produce. CIRNO-Campo Experimental Costa de Ensenada. pp. 7.
- FIRA, 2009. Productos lácteos, 2009. Panorama agropecuario. Dirección general adjunta de inteligencia sectorial. Dirección de análisis económico y sectorial. México, D.F. p.21.
- Financiera Rural, 2010. Monografía de la Avena y Semilla de Avena para Siembra. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial. pp. 8.
- INTA, 2012. http://www.platicar.go.cr/index.php?view=items&cid=5%3Agranaderia&id=22%3Acuanto-produce-la-avena-forrajera-avena-sativa-y-cual-es-su-valor-nutritivo&option=com_quickfaq&lang=es. Consulta del 30 de Julio de 2012.
- Mariscal, A. V., Estrella Q. H., Ruiz F. A. Sagarraga V. M. Salas G. J. y Gonzáles A. M. 2004. La cadena productiva de bovinos lecheros y el TLCAN. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Zootecnia comisionada al CRUOC- UACH. Guadalajara Jalisco. En www.economía.gob.mx/pics/p/p1763/leche_y_productos_lacteos_240304.pdf. Consulta del 30 de Julio de 2012.
- Rodríguez, R. M. R., Martínez, P. R., Hernández, V. R. Y Bonilla C. J. A. 2009. Alimentos para bovinos; conceptos, características y formas de uso. Libro técnico Num. 1. INIFAP-CIRPAC-C.E. Tecomán. pp. 150.
- S.A.S. 2008. SAS/STAT. Guide for personal computers. Statistical Analysis System Institute.Inc. Cary, NC. USA.

EVALUACION DEL CULTIVO DE KENAF (*Hibiscus cannabinus*) EN LA ZONA DE RIEGO DE CULIACÁN.

EVALUATION OF CULTURE KENAF (*Hibiscus cannabinus*) IN THE AREA OF IRRIGATION CULIACAN.

Daniel González¹, Juan E. Reyes¹, Alfredo Loaiza¹, Jesús Pérez¹

¹INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Valle de Culiacán gonzalez.daniel@inifap.gob.mx

Resumen

El cultivo de Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) es una alternativa para la producción de forraje en zona de riego, este puede ser destinado para la producción bovina (doble propósito, pie de cría, ganado bovino de carne), con esta, se puede disminuir la problemática en condiciones del trópico seco y semi árido, ya que esta alimentación esta basa en la utilización de forrajes, pastoreados y cosechados para su alimentación en donde las principales limitaciones son, alto contenido de humedad, la fibra poco digestible y el bajo contenido proteico y energético, factores que limitan su aprovechamiento y consumo. Teniendo una respuesta favorable a esta, ya que se sabe que se puede obtener un rendimiento hasta de 8.173 ton/ha/M.S con una densidad de 250 mil plantas por hectárea a los 60 días, utilizando la variedad Taignun-2.

Palabras clave: Kenaf (*Hibiscus cannabinus*), alternativa forrajera, densidad.

Abstract

Cultivation of Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) is an alternative for forage production in irrigated area, this may be intended for cattle production (dual purpose breeding stock, beef cattle), this may diminish the problematic in terms of dry semi-arid tropics because this power is based on the use of forage grazed and harvested for food where the main limitations are high moisture, low digestible fiber and low protein and energy, factors that limit its use and consumption. Having a favorable response to this, since it is known that performance can be obtained up to 8,173 ton / ha / MS with a density of 250 000 plants per hectare at 60 days, using the variety Taignun-2.

Keywords: Kenaf (*Hibiscus cannabinus*), alternative forage density

Introducción

Las especies del género *Hibiscus* son nativas del viejo y nuevo mundo y han sido ampliamente diseminadas por la acción del hombre. De acuerdo con algunos autores, el Kenaf es conocido en Egipto y en la India desde hace muchos siglos. En América se conoce desde el siglo XVII. Es una planta, al parecer, oriunda de la India, que se cultiva con éxito en muchos países tropicales y subtropicales, y en algunas regiones templadas donde también ha sido sembrado. Aunque se cultiva en muchos países de Asia, América del Sur y África, los principales países productores de fibra son Tailandia, India, Brasil, China y la Unión Soviética. Otros autores indican que se cultiva en mucho mayor escala en Asia y en forma limitada, en varios países de Centro y Sudamérica y España, además de muchos otros de África, *H sabdariffa* L. (Rosella-agrio de guinea) y *H cannabinus* L. (Kenaf), son plantas posiblemente de origen africano, domesticadas en Sudán, pero dien distribuidas a través del África tropical.

El kenaf es un cultivo anual herbáceo de rápido crecimiento que produce un rendimiento alto de fibra por hectárea, así como una gran cantidad de hojas. La fibra del tallo es apropiada para diversos usos en la industria entre las que destaca la obtención de pasta para la elaboración de papel (Nielsen, 1998; Phillips *et al.*, 1996; McGraw, 2000). Como esta fibra es menos dura que la de madera de pino, se requieren menos químicos y consume menos energía que la mayoría de los procesos de obtención de pulpa de maderas y es así menos contaminante (Taylor, 1993; Webber, 1993). De esta forma, el cultivo de kenaf es un recurso que se renueva cada año y el uso de éste disminuye la destrucción de los bosques que son importantes en el equilibrio ecológico.

El cultivo de kenaf es una especie tolerante a alta salinidad y alcalinidad, que son características comunes en las regiones áridas, y produce rendimientos aceptables bajo condiciones de baja disponibilidad de agua (Dicks *et al.*, 1992; Nielsen, 1998; Villar *et al.*, 2001; Unger, 2001). Por todas las ventajas que presenta el kenaf, es necesario impulsar el cultivo y aumentar la investigación, validación y transferencia de tecnología en forrajes orientados al desarrollo de los sistemas de producción de este cultivo en las áreas de producción actual y en nuevas áreas de expansión futura como son las zonas áridas del noroeste del país, por lo que se plantea el presente estudio con el objetivo de evaluar la respuesta del cultivo de kenaf a la áreas de temporal.

Considerando los requerimientos ambientales y su potencial como cultivo forrajero, el kenaf, puede ser una alternativa para integrarse en los sistemas de producción agropecuarios de las regiones áridas y semiáridas de México. Entre las cualidades del kenaf se encuentran su tolerancia a la salinidad, su gran adaptación para crecer en ambientes áridos con riego, su ciclo corto de 70 a 80 días y sus altos rendimientos de biomasa en regiones con altas temperaturas.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Valle de Culiacán en el municipio de Culiacán Sinaloa el cual se localiza en las coordenadas 24° 37'56.77" N 107° 26'31.35" esta bajo condiciones de riego, este trabajo se realizó con un sistema de riego por goteo utilizando surcos a .80 cm entre surcos, este lote presenta un tipo de suelo Arcillosos (barrial), para la preparación de terreno se utilizaron equipos agrícolas tales como: tractor, rastra aspersor, vertederas de 5 surcos a (80 cm), sembradora de precisión, fertilizadora neumática de 4 surcos, palas, carretillas, insumos agrícolas (herbicidas, insecticidas, fertilizantes urea 46%, fosfato mono amónico 11-52-00), Semilla de Kenaf de la variedad Humaya y Taignun-2, la superficie de terreno correspondiente a 10,000m² localidades del municipio de Culiacán, Sinaloa, parcelas correspondientes al INIFAP-CIRNO CEVACU.

La fecha de siembra fue el día 15 de mayo de 2012 donde se realizó una siembra con arreglo sencillo y tres densidades de población una con 10 plantas por metro lineal teniendo una población de 125 mil plantas por hectáreas, una segunda densidad de siembra con 20 plantas por metro lineal y una población de 250 mil plantas por hectáreas y una tercera y última densidad de siembra con 33 plantas por metro lineal y una población de 375 mil plantas por hectárea, el manejo agronómico realizado fue: preparación de terreno, dos pasos de rastra, 1 marca a .80 cm, siembra utilizando semilla de Kenaf de las variedades Humaya y Taignun-2, riego de emergencia,

fertiriego con una dosis de 80 U.N/ha y 52 U.P /ha, dos riegos, y corte a los 60 días después de la siembra

La metodología mencionada en el párrafo anterior se aplicó en áreas agroecológicas (Trópico semiárido) con un alto potencial productivo que por sus características edafoclimáticas y socioeconómicas permiten el desarrollo y la adopción de la tecnología de agricultura sustentable. Específicamente en aquellas zonas totalmente de riego. En análisis estadísticos utilizando el paquete SAS V9, con el arreglo de parcelas en franjas, en donde se realizaron cinco muestreos por corte y variedad en donde cada muestra realizada era de una superficie de 4.8 m² realizando el corte manual a una altura de 10 cm al nivel del suelo y pesando el forraje verde cortado en una balanza de reloj utilizando un tripie en el lugar de la parcela.



Fig. 1 Localización de las parcelas del cultivo de Kenaf en el Campo Experimental Valle de Culiacán.

Resultados y Discusion

En el análisis estadístico en cuanto a rendimiento de forraje verde se encontró diferencia significativa entre variedades de Kenaf, en los cuales se muestra para la variedad Humaya un rendimiento de 4.347 ton/ha con una densidad de 125 mil plantas /ha, 7.043 ton/ha con la densidad de 20 plantas por metro lineal y 6.476 ton/ha con la densidad de 375 mil plantas por

hectárea observando que el mejor rendimiento es utilizando una densidad de 250 mil plantas /ha, para el caso de la variedad Taignun-2 el rendimiento obtenido con 125 mil plantas por hectárea es de 6.388 ton/ha, 8.173 ton/ha y 7.104 ton/ha respectivamente para 250 mil plantas y 33 plantas por metro lineal que el mejor corte en cuanto a rendimiento de forraje es el correspondiente a los 80 días después de la siembra, con un rendimiento promedio de las tres localidades de 21.44 ton/ha, en orden descendente por rendimiento de forraje se encuentra el segundo corte y primer corte respectivamente.

Cabe señalar que estos rendimientos son superiores a los obtenidos en la zona de temporal en donde se obtuvieron rendimientos promedio en tres localidades de temporal de 4.30 ton/ha con una densidad de 125 mil plantas por hectárea estas parcelas localizadas en la zona de temporal del centro de Sinaloa.

Cuadro 1. Rendimiento de forraje verde y materia seca del cultivo de Kenaf en tres localidades de la zona de temporal en Culiacán, Sinaloa

Corte (DDS)	Variedad	Densidad (plantas m)	Media P.	F.Verde (ton/ha)	M.S
			F.V		(ton/ha)
60	Taignun-2	20	39.4 a	41,071 a	8.173 a
60	Taignun-2	33	34.3 ab	35,698 a	7,104 a
60	Humaya	20	34.0 ab	35,394 a	7,043 a
60	Humaya	33	31.1 b	32,438 ab	6,476 ab
60	Taignun-2	10	30.8 b	32,101 ab	6,388 ab
60	Humaya	10	21.0 c	21,842 b	4,347 b

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento ton/ha, la variedad Taignun-2 y una densidad de 250 mil plantas por hectárea es la que mejor rendimiento en materia seca presentó con 8.173 ton/ha, esto, bajo las condiciones del clima que se presentaron durante el ciclo de cultivo en los meses de mayo- julio de 2012 en la zona centro de Sinaloa.

Literatura citada

- Dicks, M. R. Jobs, B. Wells and J. Zhang. 1992. Kenaf: Potential alternative forage for the southern plains stocker cattle enterprise. *Current Farm Economics*:25-39.
- Nielsen, D.C. 1998. Forage characteristics of Kenaf grown on an irrigation gradient. p. 103. In 1998 *Agronomy abstracts*. ASA, Madison, WI.
- McGraw, L. 2000. New Uses for Kenaf. *Agricultural Research*.48:14.
- Phillips, W.A., S. Rao, D.L. von Tungetn, and y G.Q. Fitch. 1996. Digestibility of freshly harvested, ensiled, and mature kenaf by sheep. *The Prof. Anim. Sci.* 12:99–104.
- SAS V9 Statistic Atatistical Analysis System Institute, Inc Cary N.C
- Unger, P. W. 2001. Alternative and opportunity dryland crops and related soil conditions in the southern great plains. *Agron. J.* 93:216-226.
- Villar, J. C., P. Poveda, J. L. Tagle. 2001. Comparative study of Kenaf varieties and growing conditions and their effect on kraft pulp quality. *Wood Science and Technology* 34:543-552.

CALIDAD DEL ENSILADO DE KENAF (*Hibiscus cannabinus*) EN LA ZONA DE TEMPORAL DE CULIACÁN SINALOA

SILAGE QUALITY OF KENAF (*Hibiscus cannabinus*) IN THE AREA OF TEMPORARY CULIACAN SINALOA

Daniel González¹, Juan E. Reyes¹, Alfredo Loaiza¹, Jesús Pérez¹

¹INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Valle de Culiacán E-mail: gonzalez.daniel@inifap.gob.mx

Resumen

El cultivo de Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) es una alternativa para la producción de forraje en la zona de temporal, este puede ser destinado para la producción bovina (doble propósito, pie de cría, ganado bovino de carne), con esta, se puede disminuir la problemática en condiciones del trópico seco y semi árido, ya que esta alimentación esta basa en la utilización de forrajes, pastoreados y cosechados para su alimentación en donde las principales limitaciones son, alto contenido de humedad, la fibra poco digestible y el bajo contenido proteico y energético, factores que limitan su aprovechamiento y consumo. Teniendo una respuesta favorable a esta, ya que se sabe que con precipitaciones de 300-350 mm en temporal se puede obtener un rendimiento hasta de 21.58 ton/ha a los 60 días, 29.23 ton/ha a los 70 días y 30.64 ton/ha a los 80 días

Palabras clave: Kenaf (*Hibiscus cannabinus*), alternativa forrajera, alimentación.

Abstract

Cultivation of Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) is an alternative for the production of forage in the temporal area, this may be intended for cattle production (dual purpose breeding stock, beef cattle), this may diminish the problem in terms of dry semi-arid tropics because this power is based on the use of forage grazed and harvested for food where the main limitations are high moisture, low digestible fiber and low protein and energetic factors that limit its use and consumption (Pezo, 1982). Having a favorable response to this, since it is known that precipitation of 300-350 mm in temporal performance can be obtained up to 21.58 tons / ha at 60 days, 29.23 t / ha at 70 days and 30.64 t / ha at 80 days.

Keywords: Kenaf (*Hibiscus cannabinus*), alternative forage, food.

Introducción

El kenaf es un cultivo anual herbáceo de rápido crecimiento que produce un rendimiento de materia seca (9 ton/ha), así como una gran cantidad de hojas. La fibra del tallo es apropiada para diversos usos en la industria entre las que destaca la obtención de pasta para la elaboración de papel (Nielsen, 1998; Phillips et al., 1996; McGraw, 2000).

El kenaf es también una fuente importante para la alimentación de ganado, puesto que el contenido de proteína cruda del tallo (10% a un 12 %), y el de la planta entera de un 16% a un 23%, (Dicks et al., 1992). Sin embargo, esos contenidos de proteína cambian con la edad de la planta y el manejo del cultivo (Webber, 1993).

El cultivo de kenaf es una especie tolerante a alta salinidad y alcalinidad, que son características comunes en las regiones áridas, y produce rendimientos aceptables bajo condiciones de baja disponibilidad de agua (Dicks et al., 1992; Nielsen, 1998; Villar et al, 2001; Unger, 2001). Aunque el kenaf se ha cultivado tradicionalmente para obtener fibra (Taylor y Kugler, 1992), también se ha utilizado como alimento para rumiantes (Swingle et al., 1978; Wildeus et al., 1995).

El kenaf ha sido reconocido en varios estudios como un cultivo con potencial forrajero (Swingle RS, et al 1978). La cosecha en fases tempranas permite obtener un forraje altamente palatable para animales en confinamiento. Una característica importante del kenaf cosechado en estado inmaduro es su alto contenido de PC con valores de 16 a 23 %. Con el retraso de la cosecha y la menor proporción de hoja en la planta se pierde en calidad de forraje al disminuir la digestibilidad de la Materia Seca, (Phillips WA et al 2002) y el contenido de Proteína Cruda (Phillips WA et al 1999). En contenido de fibras se encontró que Fibra Detergente Neutra (FDN) incrementó su valor de 22.4 % a los 30% días después de siembra (dds) a 55.1 % a los 105% dds. En el mismo periodo, el valor de Fibra Detergente Acida (FDA) se incrementó de 17.6% a 41.9 %.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en tres localidades del municipio de Culiacán Sinaloa en parcelas con productores cooperantes de la zona centro del estado en la zona de temporal los cuales las coordenadas geográficas son las siguientes; Parcela 1 (P1) 24.78207 °N y 107.11771 ° W Parcela 2 (P2) 24.81834 ° N y 107. 49794 ° W la y la Parcela 3 (P3) 24.86614 ° N y 107. 19704 ° W, todas estas bajo condiciones de temporal, en dos tipos de suelo 1.- francos (aluvión) 2.- Arcillosos(barrial), para la preparación de terreno se utilizaron equipos agrícolas tales como: tractor, rastra aspersor, vertederas de 5 surcos a (76 cm, 80 cm), sembradora de precisión, fertilizadora neumática de 4 surcos, palas, carretillas, insumos agrícolas (herbicidas, insecticidas, fertilizantes urea 46%, fosfato mono amonico 11-52-00), Semilla de Kenaf de la variedad Humaya, la superficie de terreno correspondiente a 10,000m² en diferentes localidades del municipio de Culiacán, Sinaloa (Sanalona, Imala y Culiacancito), parcelas correspondientes a productores cooperantes.

La metodología mencionada en el párrafo anterior se aplicó en áreas agroecológicas (Trópico semiárido) con bajo y mediano potencial productivo que por sus características edafoclimáticas y socioeconómicas permiten el desarrollo y la adopción de la tecnología de agricultura sustentable. Específicamente en aquellas zonas totalmente de temporal. En análisis estadísticos utilizando el paquete SAS V9, con el arreglo de parcelas en franjas, en donde se realizaron cinco muestreos por fecha de corte en donde cada muestra realizada era de una superficie de 4.8 m² realizando el corte a una altura de 10 cm al nivel del suelo y posteriormente picando el material para realizar microsilos los cuales consistían en un tubo de PVC de 4 pulgadas de diámetro y un largo de 60 cm, para apisonar el material, se utilizó un pisón de madera con mango de hierro para obtener una compactación uniforme en el microsilo, por un extremo se utilizó un tapón del mismo material del otro extremo se introducía el material picado y se compactaba utilizando el pisón, se dejó por 35 días el silo y posteriormente se realizó un muestreo por cada silo, utilizar la parte central del

microsilos y realizar una muestra compuesta por los cinco microsilos correspondientes a el corte y localidad.

Resultados y Discusión

En el análisis estadístico en cuanto a la calidad del ensilado no se encontró diferencia significativa entre parcelas, los resultados en cuanto a calidad del ensilado por corte presentaron una diferencia significativa teniendo una mejor calidad del ensilado en el primer corte que corresponde a los 60 días después de la siembra, no encontrando diferencias en la calidad del ensilado las localidades, presentando un promedio de 15.62% de P.C para el corte a los 60 días, observando que los cortes correspondientes a los 70 y 80 días después de la siembra bajaban en calidad proteica.

Cuadro 1. Calidad nutritiva de la planta de Kenaf en tres localidades de temporal en Sinaloa

Parte de la planta	Calidad nutritiva de la planta		
	Proteína Cruda	Fibra detergente	
		Neutra	Acida
Hoja	4.03	62.16	53.19
Tallo	18.34	20.49	19.4
Planta entera	10.8	45.07	39.97

Cuadro 2. Calidad del ensilado de Kenaf en la zona de temporal en Sinaloa

Parcela	Corte (DDS)	Calidad nutritiva del ensilado		
		Proteína Cruda (%)	Fibra detergente	
			Neutra (%)	Acida (%)
1	60	15.58	41.34	37.21
1	70	12.04	42.96	42.37
1	80	8.87	56.07	49.19
2	60	15.44	42.64	35.4
2	70	12.58	45.95	41.23
2	80	8.61	58.7	48.06
3	60	15.84	44.14	36.75
3	70	12.48	46.22	40.12
3	80	8.22	59.6	51.09

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en cuanto a calidad nutritiva del ensilado de Kenaf los cortes mas tempranos son los que contienen mayor porcentaje de proteína , a pesar de que en los cortes mas tardios se tienen un mejor rendimiento de forraje el porcentaje de proteína cruda disminuye conforme mas tardio es el corte ensilado, teniendo que a los 60 días es el mejor momento para ensilar el cultivo, observando esto bajo las condiciones del clima que se

presentaron durante los meses de junio- septiembre de 2011 en la zona de temporal del centro de Sinaloa.

Literatura Citada

- Dicks, M. R. Jobes, B. Wells and J. Zhang. 1992. Kenaf: Potential alternative forage for the southern plains stocker cattle enterprise. *Current Farm Economics*:25-39.
- Nielsen, D.C. 1998. Forage characteristics of Kenaf grown on an irrigation gradient. p. 103. In 1998 Agronomy abstracts. ASA, Madison, WI.
- McGraw, L. 2000. New Uses for Kenaf. *Agricultural Research*.48:14.
- Muir, 2002. Effect of dairy compost application and plant maturity on forage Kenaf cultivar fiber concentration and in sacco disappearance. *Crop Sci.*, 42: 248-254
- Nielsen, L.E. & Landel, R.F., 1998. Mechanical properties of polymers and composites, Marcel Dekker Inc.
- Phillips WA et al 1999 Kenaf dry matter production, chemical composition and in situ disappearance when harvested at different harvests. *Prof. Anim. Sci.*, 15: 34-39.
- Phillips WA et al 2002. Growth and performance of lambs fed finishing diet containing either alfalfa or Kenaf as the roughage source. *Small Ruminant Res.*, 46: 75-79.
- Phillips, W.A., S. Rao, D.L. von Tungetn, and G.Q. Fitch. 1996. Digestibility of freshly harvested, ensiled, and mature kenaf by sheep. *The Prof. Anim. Sci.* 12:99-104.
- SAS V9 Statistical Analysis System Institute, Inc Cary N.C
- Swingle R S, A R Urias, J C Doyle, R L Voigt (1978) Chemical composition of kenaf forage and its digestibility by lambs and in vitro. *J. Anim. Sci.* 46:1346-1350.
- Swingle R S, A R Urias, J C Doyle, R L Voigt (1978) Chemical composition of kenaf forage and its digestibility by lambs and in vitro. *J. Anim. Sci.* 46:1346-1350.
- Taylor C S, D E Kugler (1992) Kenaf: Annual fiber crop products generate a growing response from industry. *In: 1992 Yearbook of Agriculture*. Office of Publ. and Visual Comm., USDA, Washington, D.C. pp:92-98.
- Unger, P. W. 2001. Alternative and opportunity dryland crops and related soil conditions in the southern great plains. *Agron. J.* 93:216-226.
- Villar, J. C., P. Poveda, J. L. Tagle. 2001. Comparative study of Kenaf varieties and growing conditions and their effect on kraft pulp quality. *Wood Science and Technology* 34:543-552.
- Webber III, C. L. 1993. Crude protein and yield components of six kenaf cultivars as affected by crop maturity. *Ind. Crops Prods.* 2:27.
- Wildeus S, H L Bhardwaj, M Rangappa, C L Webber III. (1995) Consumption of chopped kenaf by Spanish goats. *Proc. 7th Int. Kenaf Conf.*, Irving, Tx. 9-10 Mar. 1995. *Int. Kenaf Assoc.*, Ladonia, Tx. 7:161-164.

USO DEL RODILLO TRITURADOR PARA EL CONTROL DE MEZQUITE Y HUIZACHE EN EL SUR DE TAMAULIPAS

ROLLER CHOPPER USE FOR MESQUITE AND HUISACHE CONTROL IN SOUTH TAMAULIPAS

Eduardo A. González¹, J. Miguel Ávila²

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UAT (eagonzalez@uat.edu.mx), ²Campo Experimental Las Huastecas-CIRNE-INIFAP

Resumen

El trabajo se realizó en el sur de Tamaulipas con el objetivo de evaluar el efecto del rodillo triturador y las alternativas comunes para el control de huizache (*Acacia farnesiana*) y mezquite (*Prosopis leavigata*). Los tratamientos fueron: a) quema prescrita, b) rodillo triturador, c) aplicación foliar de la mezcla de los herbicidas picloram mas triclopyr y d) chapoleo. Hubo diferencia en mortandad de plantas ($P<0.05$), tanto para el mezquite como para el huizache. Para el mezquite el tratamiento que mostró mayor porcentaje de mortandad fue el fuego (25%); el rodillo triturador y el herbicida fueron similares con un 15 y 10% respectivamente. Para el huizache el herbicida y la quema prescrita fueron similares, con 61% y 59% de control respectivamente, superiores al rodillo triturador (47% de mortandad). Respecto a la respuesta del forraje a los tratamientos, se encontró diferencia ($P<0.05$). La quema prescrita tuvo mayor producción de forraje, con 3679 kg MS/ha, lo que significó un 20% más de forraje que el testigo (2956 kg MS/ha). El rodillo triturador incrementó la producción en un 15% con respecto al testigo. La quema y el herbicida fueron los mejores tratamientos para el control de ambas plantas. El rodillo triturador es mejor alternativa de control mecánico que el chapoleo.

Abstract

The study was carried out in south Tamaulipas. The objective was to evaluate the effect of roller chopping and the most common treatments for huizache (*Acacia farnesiana*) and mezquite (*Prosopis leavigata*) control. Treatments were: a) Prescribed burning, b) Roller chopper, c) Foliar spray of picloram and triclopyr, and d) Shredding. There were differences in brush control ($P<0.05$) for both, mesquite and huisache. The higher control of mesquite was with the use of fire (25%); roller chopping and herbicide were similar with 15 y 10% respectively. In case of huisache, herbicide spray and prescribed burning were similar with 59% y 61% respectively, and superior to the roller shopper (47%). Forage production was different ($P<0.05$). Prescribed burning had the greater production (3679 kg MS/ha), which mean an increase of 20% in relation to the control (2956 kg MS/ha). Roller chopper increased forage production in 15%. Roller chopper is a better alternative of mechanical treatment than the traditional shredding.

Palabras clave: Control de arbustos, rodillo triturador.

Introducción

Uno de los principales problemas de las tierras de pastoreo en la Provincia Biótica Tamaulipeca, al igual que en otros pastizales del mundo, es la gradual disminución en productividad forrajera durante el presente siglo. Se estima que por lo menos el 50% de los agostaderos y praderas se encuentran deteriorados y produciendo mucho menos forraje del que deberían (González y Hanselka, 2002).

En esta región se han realizado varios estudios de control de plantas arbustivas indeseables con resultados favorables (González, 1984; González y Barradas 1986; Ávila y González 1991). Hamilton y Ueckert (2000) mencionan que la complejidad de las comunidades de arbustivas, en especial en la Provincia Biótica Tamaulipeca, donde el problema es la combinación de muchas especies, en lugar de una o dos especies, crea una susceptibilidad diferencial a los tratamientos de control, particularmente con el uso de herbicidas. Aún la combinación de herbicidas, aunque ayudan, no logran un control total.

Los trabajos con el uso del rodillo triturador para el control de arbustos iniciaron en Texas desde 1950 (Hamilton y Hanselka, 2004), consiste de un tambor o cilindro con varias hojas metálicas que corren paralelas al eje del rodillo, las cuales penetran en el suelo con el objetivo de triturar la vegetación arbustiva (Young et al., 1983). En México no existen reportes de su efectividad. Cabe señalar que es un implemento diferente al rodillo aireador (el cual es más común en México) y cuyo objetivo principal es promover la captura de agua de lluvia y el establecimiento de especies forrajeras.

Considerando lo anterior se planteó el presente estudio con el objetivo de evaluar el uso del rodillo triturador en comparación con las alternativas comunes en el control de huizache (*Acacia farnesiana*) y mezquite (*Prosopis leavigata*) en las tierras de pastoreo del sur de Tamaulipas.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el Sitio Experimental Aldama, localizado en el sur de Tamaulipas. Cuenta con clima tropical seco aw0, con una temperatura media anual de 24 °C y 920 mm de lluvia anual promedio distribuida principalmente de los meses de junio a octubre. En praderas compuestas por mezclas de los zacates angleton (*Dichanthium aristatum*) y pangola (*Digitaria decumbens*). Las arbustivas dominantes fueron mezquite y huizache.

Los trabajos de control se hicieron al inicio de las lluvias del año 2011, los tratamientos fueron los siguientes: a) quema prescrita, b) rodillo triturador, c) aplicación foliar de la mezcla de los herbicidas picloram mas triclopyr y d) chapoleo. Se utilizó una hectárea para cada tratamiento con tres repeticiones, en diseño completamente al azar. Al final de la temporada de crecimiento se evaluó la producción de forraje y la mortandad de los arbustos. Los resultados se evaluaron con un análisis de varianza y la prueba de rangos múltiples de Duncan para hacer la comparación entre promedios de los tratamientos (Snedecor y Cochram, 1980).

Resultados

Los resultados muestran diferencia en mortandad de plantas con los distintos tratamientos ($P < 0.05$), tanto para el mezquite como para el huizache. Para el mezquite el tratamiento que mostró mayor porcentaje de mortandad fue el fuego (25%); el rodillo triturador y el herbicida fueron similares con un 15 y 10% respectivamente (Cuadro 1). Para el huizache el herbicida y la quema prescrita fueron similares, con 61% y 59% respectivamente, superiores al rodillo triturador (47% de mortandad). En ambas plantas el chapoleo fue el tratamiento de menor control.

Los resultados del uso de quemas y herbicida coinciden con los reportados por González y Ávila (2006) quienes encontraron también una mayor resistencia del mezquite tanto a la quema prescrita como al uso de herbicida.

Cuadro 1. Porcentaje de mortandad de mezquite y huizache seis meses después de aplicados los tratamientos en el sur de Tamaulipas.

Tratamiento	Mezquite	Huizache
Quema	25a*	59a
Rodillo triturador	15b	47b
Herbicida	10bc	61a
Chapoleo	8c	0c

*Valores de columnas con literal distinta son diferentes ($P < 0.05$).

Respecto a la respuesta del forraje a los tratamientos, se encontró diferencia ($P < 0.05$). La quema prescrita tuvo mayor producción de forraje, con 3679 kg MS/ha (Cuadro 2), lo que significó un 20% más de forraje que el testigo (2956 kg MS/ha). El rodillo triturador incrementó la producción en un 15% con respecto al testigo, debido a que al penetrar las hojas metálicas del implemento en el suelo permiten mayor captura del agua de lluvia (Hamilton y Hanselka, 2004).

En general la producción forrajera fue baja en relación al potencial de la zona, debido a que la lluvia de los años 2010 y 2011 fue inferior (636 y 456 mm respectivamente) al promedio anual (920 mm)

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos de control de arbustos sobre la producción de forraje (Kg MS/ha) en una pradera del sur de Tamaulipas.

Tratamientos	Producción de forraje
Quema prescrita	3679 ^{a*}
Rodillo triturador	3487b
Herbicida	3329bc
Chapoleo	3204c
Testigo	2956d

*Valores de columnas con literal distinta son diferentes ($P < 0.05$).

Conclusiones

El mezquite fue más resistente a cualquiera de los tratamientos usados en su control. La quema prescrita logró el más alto porcentaje de control para mezquite con un 25% de mortandad.

Con la quema prescrita y el uso del picloram más triclopyr se controla el huizache en un 59% y 61% respectivamente. Aunque el uso del rodillo triturador no fue el mejor tratamiento de control de huizache (47%), es una mejor alternativa que el chapoleo, el cual es el método tradicional de tratamiento mecánico en la zona.

La quema prescrita logró el mayor incremento en producción de forraje. El rodillo triturador logró una producción similar al tratamiento con herbicida, pero fue superior al chapoleo.

Literatura Citada

- Avila, J.M. y E.A. González. 1991. Aplicación foliar de cinco herbicidas para el control de huizache (*Acacia farnesiana*) en el sur de Tamaulipas. Séptimo Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. SOMAP-UAT. Cd. Victoria, Tamps. p. 15.
- González, V.E. 1984. Control de mezquite (*Prosopis leavigata*) con aplicaciones individuales de Tebuthiuron en una pradera tropical. Reunión de Investigación Pecuaria en México. SARH-UNAM. p. 112.
- González, V.E. y H. Barradas. 1986. Evaluación del corte y diferentes aplicaciones de diesel para el control de huizache (*Acacia farnesiana*) en el estado de Veracruz. Tec. Pec. Méx. 52:82-86.
- González V., E.A. y J.M. Ávila C. 2006. Uso de quemas prescritas y del herbicida triclopyr para el mejoramiento de praderas en el sur de Tamaulipas. Memorias XXIV Día del Ganadero del Sitio Exp. Aldama. INIFAP-CIRNE-CEAL. Aldama, Tamps, Mex. p 3-8.
- Hamilton, W.T. y C.W. Hanselka. 2004. Mechanical Practices prior to 1975. *En*: W.T. Hamilton, A. McGinty, D.N. Ueckert, C.W. Hanselka y M.R. Lee (Ed), Brush Management Past, Present Future. Texas A&M University Press. College Station, TX. p 17-32.
- Hamilton, W.T. y D.N. Ueckert. 2000. Rangeland Brush and Weed Management: The Next Millennium. Why are we Here. *En*: Proceedings of the Rangeland Brush and Weed Management: The Next Millennium Symposium and Workshop. Texas A&M Univ. CGLRM, Texas section-Soc of Range Manage., Texas Tech Univ. San Angelo, TX. p 3-13.
- Snedecor, G.W. y W.G. Cochran. 1980. Statistical Methods. Iowa State Univ. Press. Ames, IA.
- Young, J.A., R.A. Evans D.W. McKenzie. 1983. History of Brush Control in Western U.S. Rangelands. p. 17-25 *En*: McDaniel, K.C. (Ed) Proceedings of Brush Management Symposium. Soc. Of Range Manage. Albuquerque, NM.

SORGOS DULCES PARA PRODUCCIÓN DE ETANOL Y FORRAJE EN CHIHUAHUA

SWEET SORGHUM PRODUCTION OF ETHANOL AND FORAGE IN CHIHUAHUA

Luis G. Gonzales¹, Antonio H. Chávez¹, Oscar Serna² Oscar A. Viramontes¹ y Guadalupe N. Aguilar¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. ²Sitio Experimental La Campana –INIFAP-Chihuahua.

Resumen

El Objetivo del presente estudio fue evaluar el potencial productivo de la especie *Sorghum bicolor* con los materiales Tanol I, Tanol II, Centurión, Pampa Verde Pacas y RB Cañero para obtención de etanol y forraje. El trabajo se realizó durante el ciclo Primavera-Verano 2011, en el Campo Experimental Delicias del INIFAP. Los cultivares se distribuyeron en un diseño al azar; con cuatro repeticiones. Se evaluó la producción de forraje verde y seco, contenido de azúcar y producción de etanol. El análisis de varianza mostró diferencias ($P < 0.05$) para variedades de sorgo en altura y número de plantas, ⁰Brix, producción de forraje verde y seco, contenido de azúcar y producción de etanol; para fechas de corte se presentaron diferencias ($P < 0.05$) para altura y número de plantas, contenido de azúcar y producción de etanol. Se realizaron análisis económicos y se determinó relación costo-beneficio. RB cañero registro la mayor altura (3.90 m), producción de esquilmos (30.4 t/ha), forraje verde (102 t/ha) etanol (3,546 L/ha) y ganancias económicas (\$ 25,093.00/ha), con una relación beneficio-costo de 3.0. La producción de bioetanol con sorgo dulce representa una opción económica para los productores del Sistema Producto Sorgo.

Palabras clave. Sorgo dulce, forraje, etanol, bioenergéticos.

Introducción

Cada año las fuentes de energía proveniente de fósiles se están reduciendo. Es importante buscar alternativas que a mediano y largo plazo sustituyan esta fuente energética. Al participar con la producción de energías limpias, se contribuye a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, con ello se logra disminuir los impactos del Cambio Climático a nivel Mundial.

La población mundial está creciendo continua e indefinidamente. Este crecimiento ocasiona un incremento en la demanda de alimentos, combustibles y energéticos. Sin embargo, nuestros recursos no son suficientes y tienen un límite que pronto será alcanzado. De acuerdo con la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), los combustibles fósiles son el mayor recurso energético utilizado, donde el petróleo contabiliza más del 35% del consumo primario de los países desarrollados. En el estado de Chihuahua una de las actividades más importante en el sector agropecuario es la ganadería, misma que tiene como principal fuente de alimentación el forraje que producen los agostaderos. Una buena producción de forraje depende de la cantidad y distribución de las lluvias, sin embargo, en las regiones áridas y semiáridas la presencia de años con baja precipitación es una condición normal, siendo esta la principal causa para que en la mayoría de los ranchos no le alcance el forraje durante todo el año. Otro factor que también influye, es la asignación de un mayor de animales al de la capacidad de carga de los predios ganaderos. La producción de forraje con el cultivo de sorgo bajo riego, es una alternativa para cubrir las deficiencias de forraje del ganado sobre todo durante la época de sequía. Considerando lo anterior el presente trabajo tiene

como objetivo evaluar la factibilidad productiva y económica de la utilización de sorgos dulces para la producción de etanol y forraje en el estado de Chihuahua.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Delicias del INIFAP. Localizado en el Centro Sur del estado de Chihuahua, con clima seco a una altitud de 1,167 msnm, una precipitación promedio de 290 mm y temperatura media anual de 19.1 °C. Se evaluaron 5 materiales de Sorgo, siendo: Tanol I (T I), Tanol II (T II), RB cañero (RBc), Centurión (C) y Pampa Verde Pacas (PVP). Durante el ciclo P-V del 2011. La preparación del terreno consistió en barbecho, rastreo, nivelación y surcado. La fecha de siembra fue el 16 de abril y la densidad de 10 kg de semilla/ha, en surcos con separaciones de 80 cm. La fertilización consistió en la aplicación de la dosis de 180-80-00. El riego se dio por gravedad, aplicando una lámina de riego de 10 cm a la pre siembra y posteriormente a los 35, 55, 70, 91, y 111 dds (días después de la siembra), con un total de 60 cm. El ensayo de rendimientos se estableció bajo un diseño completamente al azar y un arreglo factorial (variedad-fechas) con cuatro repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue de 320 m². Se realizaron muestreos a los 95, 110, 125 y 140 dds para evaluar: Altura de plantas (m), tallos por metro lineal (número) y peso verde (kg). El forraje verde se secó en una estufa de aire forzado a 55 °C por 48 h para determinar el rendimiento de materia seca (MS). Para determinar la producción de líquido en las cañas se utilizó una prensa extractora bajo presión hidráulica. Para determinar la cantidad de azúcar contenida en el líquido de los sorgos dulces se utilizó un refractómetro (°Brix) de acuerdo a la técnica descrita por A.O.A.C (1975). Para estimar las concentraciones de azúcares en el líquido se utilizó la ecuación ($y = -10.24 + 1.974 * X$) descrita por Nan *et al.*, (1994), Para determinar el contenido de etanol en el líquido obtenido de las cañas, se utilizó la conversión propuesta por De la Cruz (2007). Con la finalidad de reforzar la información, el líquido de las cañas se fermentó con la adición de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* a razón de 1 g/L de líquido, la fermentación se inició con un pH de 4.5 a 5.0 a una temperatura de 30 °C durante 48 horas (Fernández y Garro, 2004). La destilación se llevó a cabo a 79 °C por un período de 5 horas (A.O.A.C., 1975). Se registraron los costos de los insumos para el desarrollo del cultivo, así como también, para la fermentación y destilación de los líquidos. Se determinó la relación beneficio-costo para cada tratamiento. Los datos obtenidos en las variables se sometieron a un análisis de varianza para probar diferencias entre tratamientos, el análisis de datos se realizó con el paquete estadístico SAS (1989) usando los Modelos Lineales Generales. La comparación de medias de los tratamientos se efectuó mediante la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

El análisis de varianza mostró diferencias ($P < 0.05$) para variedades de sorgo y para fechas de corte en altura de plantas, número de tallos, °Brix, producción de forraje verde, contenido de azúcar, producción de etanol y producción de esquilmos. Los resultados de altura de planta se presentan en el Cuadro 1. El material con mayor respuesta a la altura fue PVP seguido por RB cañero con una media de 3.43 y 3.17 m de altura respectivamente.

Cuadro 1. Altura de plantas se sorgos dulces en diferentes fechas de corte.

Altura de Plantas (mts.)					
Variedad	Fecha de Corte (dds)				Media
	95	110	125	140	
TANOL I	2.16	3.05	3.08	3.40	3.00 B
TANOL II	2.85	2.88	3.08	3.40	3.05 B
RB CAÑERO	2.37	3.20	3.72	3.90	3.30 A
CENTURION	1.73	2.30	2.32	2.28	2.16 C
PV PACAS	2.63	3.36	3.87	3.87	3.43 A
Media	2.441 C*	2.963 B	3.219 A	3.3485 A	

* Literales distintas indican diferencia (P <0.05).

Los cortes se realizaron a 95, 110, 125 y 140 dds y la respuesta de altura de plantas fue lineal con respecto a las fechas de corte. En el corte a los 95 dds los materiales TI, TII y C presentaron espigas. Para RBc el desarrollo de la espiga se registró hasta los 125 dds y en PVP a los 140 dds. Los resultados obtenidos para número de tallos por hectárea se presentan en el Cuadro 2. La variedad PVP mostro las mayores densidades de tallos (24.7 tallos/m lineal), el resto de las variedades presentaron densidades de entre 14 y 18/m lineal y menores con respecto a PVP. Las densidades de tallos con respecto a las fechas de corte, fueron de 19.0, 18.2, 15.9, 17.6 de 95 y hasta los 140 dds. La variedad que presentó la menor densidad de plantas fue RBc y TI. Las diferencias entre períodos pueden ser debidos a que los brotes que forman en los nudos se convierten a menudo en tallos. Los brotes que se forman cerca de la corona se convierten en tallos nuevos, para luego desarrollar sus propias raíces pero siguen unidas a la vieja corona.

Cuadro 2. Contenido de tallos (m lineal) de sorgos dulces en diferentes fechas de corte.

Número de Tallos					
Variedad	Fecha de Corte (dds)				Media
	95	110	125	140	
TANOL I	15	12.5	13.75	16.75	14.500 B
TANOL II	20.75	17.5	13.75	15.5	16.813 B
RB CAÑERO	16	13	12	17	14.500 B
CENTURION	19.5	22	15.25	18	18.688 B
PV PACAS	26.5	26.25	25	21.25	24.75 A
Media	19.55 A*	18.25 A	15.95A	17.65 A	

* Literales distintas indican diferencia (P <0.05).

Las diferencias en el número de plantas entre variedades se deben principalmente a la germinación y respuesta de la semilla de cada material a las condiciones de suelo, humedad y manejo del cultivo. Varela (2010) evaluó 16 materiales de sorgo dulces encontrando diferencias (P<0.05) para número de plantas.

La variedad que registró la mayor producción de forraje verde correspondió a RBc con un promedio de 102.1 t/ha (Cuadro 3). TI, TII y C fueron los materiales que presentaron las más bajas producciones de forraje verde.

Cuadro 3. Producción de forraje verde (kg/ha) de sorgo dulce en diferentes fechas de corte.

Variedad	Peso Verde (kg/ha)				Media
	Fecha de Corte (dds)				
	95	110	125	140	
TANOL I	64,812.50	42,437.50	58,218.75	106,156.25	67,906 B
TANOL II	78,375.00	71,937.50	58,218.75	96,687.50	76,305 B
RB CAÑERO	75,781.25	90,968.75	94,843.75	147,156.25	102,188 A
CENTURION	58,875.00	59,406.25	58,687.50	63,750.00	60,180 B
PV PACAS	67,687.50	98,343.75	126,093.75	10,6468.75	99,648 A
Media	69,106 B*	72,619 B	79,213 B	104,044 A	

* Literales distintas indican diferencia (P <0.05).

RBC alcanzó una producción de 147.1 t/ha a los 140 dds. La producción de forraje verde en promedio tendió a incrementarse de los 95 a los 140 dds. Las diferencias encontradas para producción de forraje verde indican que cada variedad presenta un mecanismo particular de acumulación de biomasa que la hace expresar también un comportamiento diferente (Vásquez *et al.*, 2010).

Los resultados obtenidos en la medición de azúcar en el líquido de las plantas de sorgo se presentan en el Cuadro 4. La variedad que presentó los promedios más altos en azúcar en el líquido extraído de las cañas fue TII seguido por TII con 14.8 y 13.6 °Brix respectivamente. En tanto que C presentó los promedios más bajos con 9.2 °Brix. En la medida que fue avanzando la fecha de corte los promedios de azúcar en el líquido de las plantas se fue incrementando de 6.7, 9.0, 11.7 y 16.3 para 95, 110, 125 y 140 dds respectivamente. T I presentó contenidos de azúcar de 20.9 °Brix a los 140 dds. Valores similares en los contenidos de °Brix a los reportados en este estudio son los publicados por Montes *et al.*, (2010), con los genotipos INDU, DALE y RBC, donde la mayor cantidad de azúcar en su jugo fluctuó entre 16.3 y 18.5 °Brix.

Cuadro 4. Contenidos de azúcar en cañas de sorgo dulce en diferentes fechas de corte.

Variedad	Grados Brix (°B)				Media
	Fecha de Corte (dds)				
	95	110	125	140	
TANOL I	7.5	11.4	17.375	18.2	13.6188 A
TANOL II	8.75	12.175	17.375	20.925	14.8063 A
RB CAÑERO	5.475	5.525	10.45	15.55	9.25 B
CENTURION	7.425	11.8	7.4	16.95	10.8938 B
PV PACAS	4.525	4.1	5.95	10.25	6.2063 C
Media	6.735 D*	9 C	11.71 B	16.375 A	

* Literales distintas indican diferencia (P <0.05).

La variedad con mayor producción de etanol fue RBC con un promedio de 3,5461 L/ha a los 140 dds (Cuadro 5). TI y TII registraron producciones de etanol muy similares. PVP fue la variedad con la menor producción de etanol (664 L/ha). Con la madurez de las plantas se generó un incremento en la producción de etanol. A los 140 dds se registró la mayor producción en las variedades evaluadas.

Cuadro 5. Producción de etanol con sorgos dulces en diferentes fechas de siembra.

Variedad	Etanol (lts/ha)				Media
	Fecha de Corte (dds)				
	95	110	125	140	
TANOL I	587.3475	688.72	1776.798	2774.185	1456.8 AB
TANOL II	1007.195	1526.033	1776.798	2392.813	1675.7 A
RB CAÑERO	113.21	103.43	1826.51	3546.328	1397 AB
CENTURION	348.485	816.7475	360.99	1130.058	664.1 BC
PV PACAS	0	0	0	2116.015	529 C
Media	411.2 C*	627 BC	1148.2 B	2391.9 A	

* Literales distintas indican diferencia (P <0.05).

Los datos sobre producción de esquilmos (kg de MS/ha) se reportan en el Cuadro 6. En promedio la mayor producción de esquilmos la registraron las variedades RBc y T II con 53,804 y 52,107 kg de MS/ha. La variedad con menor producción fue C con 25,084 kg de MS/ha. Los cambios en la producción de materia seca entre variedades y fechas se atribuyen a los porcentajes de caña, hoja y espiga para cada material, así como también a las extracciones de líquidos de cada material.

Cuadro 6. Producción de esquilmos de sorgos dulces a diferentes fechas de corte.

Variedad	Forraje Seco (kg de MS/ha)				Media
	Fecha de Corte (dds)				
	95	110	125	140	
TANOL I	17,406	14,423	21,826	48,566	25,556 AB
TANOL II	21,855	22,402	21,826	52,107	29,548 A
RB CAÑERO	17,345	21,064	29,400	53,804	30,404 A
CENTURION	16,136	18,702	20,206	25,084	20,033 B
PV PACAS	14,241	20,901	30,846	32,668	24,664 AB
Media	17,397 C*	19,499 BC	24,821 B	42,446 A	

* Literales distintas indican diferencia (P <0.05).

El esquilmo incluye hoja, espiga y la caña después de la extracción de los líquidos. El valor que se le asigno fue de \$ 0.45/kg de MS. Al etanol se le asigno un valor de \$ 5.00/L. Las ganancias se calcularon con la suma de ingresos menos el costo de producción del forraje y del proceso para obtener el etanol (\$ 12,092.00/ha). El mayor benéfico-costo se registró con la variedad RBc (Cuadro 7).

Cuadro 7. Valor de la producción y ganancia con sorgos dulces en el estado de Chihuahua.

Variedad	Valores \$/ha			
	Valor del esquilmo	Valor del etanol	Ganancia ha.	Relación B-C*
TANOL I	15,623.00	13,870.00	17,400.00	2.43
TANOL II	17,140.00	11,960.00	17,008.00	2.4
RB CAÑERO	19,485.00	17,760.00	25,093.00	3.07
CENTURION	10,340.00	5,660.00	3,898.00	1.32
PV PACAS	14,014.00	10,580.00	12,502.00	2.03

* Beneficio-Costo.

Conclusiones

1. RBc, Tanol I y Tanol II registraron las mayores producciones de forraje verde, esquilmos, azúcar y etanol. 2. RBc registró las mayores ganancias y 3. La producción de bioetanol con sorgo dulce representa una opción económica para los productores del Sistema Producto Sorgo.

Literatura Citada

- AOAC. 1975. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. (12 ed) Washington, DC. 20044.
- Becerra, P. L.A. 2009. La industria del etanol en México. *ECONOMIAUNAM*. 6:82-99.
- De la Cruz, S. R. 2007. El sorgo dulce. Centro Universitario de Sancti Spiritus José Martí Pérez. En línea: www.monografias.com/trabajos51/sorgo-dulce/sorgo-dulce.shtml.
- FAO. 2005. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Bioenergy. En línea: <http://www.fao.org/docrep/meeting/009/j4313e.htm>.
- Fernández, C., y Garro, O. A. 2004. Alcohol a partir de sorgo dulce. Sacarificación y fermentación. Resumen E074. Universidad Nacional del Noreste. Chaco, Argentina. 3p.
- Montes, G. N., Cisneros. L. M. E., Salinas, G. J. R., Loredó, P. R., Vargas, V. E. y García, G. M. A. 2010. Biomasa de sorgos dulces para producción de etanol en Tamaulipas, México. V Reunión Nacional de Innovación Agrícola. Resumen. Campeche 2010.
- Nan, L., Best, G. y De Carvalho, C. C. 1994. Integrated energy systems in China-The cold Northeastern region experience. Ethanol production from sweet sorghum. FAO. Rome.
- SAS SAS/STAT. 1989. Users Guide version3.1. SAS Institute Cary, NC, USA.
- Varela, M. R. 2010. Estudio del sorgo dulce como alternativa de cultivo energético en la producción de energías alternativas renovables En línea: www.certa.cc/sorgo%20dulce%20como%20alternativa%20de%20cultivo%20energetico.pdf.
- Vázquez, R. J. A., Sánchez, A. D., Cuellar, V. E. J., Montes, G. N. y Luévanos, E. M. P. 2010. Evaluación de once variedades de sorgo dulce en el Sitio Experimental Zaragoza Coahuila. V Reunión Nacional de Innovación Agrícola 2010. Resumen. Campeche.

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y DE CALIDAD DE FORRAJE DE
LEGUMINOSAS HERBÁCEAS NATURALIZADAS Y NATIVAS EN LA ZONA
TEMPLADA DE PUEBLA, MÉXICO**

**FORAGE PRODUCTION AND QUALITY OF NATURALIZED AND NATIVE
HERBACEOUS LEGUMES SPECIES IN THE TEMPERATE ZONE OF PUEBLA
STATE, MEXICO**

Juan de Dios Guerrero^{1*}, Rocío M. Flores², Numa P. Castro², Ángel Bustamante¹, Ramiro Escobar², Francisco Calderón¹ y Samuel Vargas¹

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. * Autor para correspondencia: rjuan@colpos.mx

² Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Plantel de Ingeniería Agronómica y Zootecnia.

Resumen

Se evaluó la producción de forraje y calidad nutritiva de siete especies de leguminosas forrajeras naturalizadas y nativas en región templada de Puebla. Se establecieron tres experimentos bajo un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones en tres localidades. La especie de referencia *Vicia sativa* (representada por dos variedades) mantuvo alta producción de materia seca en dos localidades, en una de ellas igualadas por *Melilotus albus*. Esta última especie mantuvo también altas producciones de materia seca en dos localidades, en una de ellas donde no prosperaron las variedades de *V. sativa*. Las especies menos rendidoras tuvieron menores contenidos de fibra, situación que fue en parte debida a que presentaron mayores relaciones de hoja:tallo. *Medicago polymorpha* presentó los valores más bajos de digestibilidad, lo que coincidió con sus mayores concentraciones de fibra detergente neutro y ácido. El contenido de proteína cruda fue diferente entre especies ($P < 0.0001$), donde *M. polymorpha* consistentemente presentó menores ($P < 0.05$) concentraciones (16.8%) igual que *M. albus* (17%). De las especies ensayadas, varias tienen potencial productivo y cualitativo para mejorar la dieta de los rumiantes de la región de los valles altos del estado de Puebla y pueden sustituir a los ebos.

Palabras clave: leguminosas forrajeras; valor nutritivo; rumiantes; clima templado.

Abstract

The aim of this study was to evaluate seven species of native and naturalized legumes in terms of forage production and nutritive quality. The control species, *Vicia sativa* was represented by two varieties, which maintained a high dry matter production at two locations, in one of them, matched by *Melilotus albus*. The latter species also had high yields of dry matter in two locations, but in one of them the varieties of *V. sativa* were not successful. Less yielding species were those that had lower fiber concentration, a situation that was in part due to a higher leaf:stem ratio. *Medicago polymorpha* had the lowest digestibility, which coincided with higher concentrations of neutral and acid detergent fiber. The crude protein concentration was different among species ($P < 0.0001$), where *M. polymorpha* consistently had low ($P < 0.05$) concentration (16.8%) as well as *M. albus* (17%). Among the species tested in this study, several of them have potential yield and quality to improve the diet of ruminants in the highland region of Puebla State and can replace the vetches.

Key words: Forage legumes; nutritive value; ruminants; temperate climate.

Introducción

En la región templada de Puebla, principalmente en los valles de Libres, Puebla y Serdán, existe una población de rumiantes de alrededor de las 513000 cabezas (INEGI, 2008). Estos animales dependen principalmente para su alimentación del consumo de gramíneas y esquilmos agrícolas, que por lo general, presentan bajas concentraciones de proteína, originando que las ganancias de peso y la producción lechera no alcancen a expresar su potencial (Church *et al.*, 2004). Para cubrir el déficit de los requerimientos, en el mejor de los casos, se recurre al uso de concentrados comerciales, aunque implica aumento en los costos de producción. Una alternativa al déficit de proteína en la dieta, la constituye la inclusión de leguminosas forrajeras, las cuales generalmente presentan mayor concentración de proteína cruda (que en varios de los casos es superior al 20%), y mayores concentraciones de calcio que las gramíneas. Esto las hace elementos importantes para mejorar la dieta y bajar costos de producción.

Dentro de las principales leguminosas forrajeras, en la región templado-húmedo del estado de Puebla, se encuentran algunas perennes como la *Medicago sativa* (Alfalfa), *Trifolium repens* (trébol blanco) y el *Trifolium pratense* (trébol rojo), y anuales como los ebos *Vicia villosa* (veza de invierno) y *Vicia sativa* (veza común). Sin embargo, estas especies tienen requerimientos especiales y no se adaptan a todos los ambientes. Existen algunas otras leguminosas naturalizadas y nativas, que pueden ser opciones de alimentación, pero se desconoce su potencial productivo y nutricional. Dentro de ellas se pueden mencionar algunas naturalizadas como *Melilotus albus*, *Medicago polymorpha*, *Medicago lupulina*, y *Vicia sativa sp nigra*, algunas otras nativas como la *Crotalaria pumila* y *Cologania tenuis*. Se reportan datos para algunas naturalizadas en un rango amplio, pero en otros países. En proteína cruda (PC) *M. polymorpha* tiene un rango entre el 11 al 25%, la fibra detergente neutro (FDN) varía entre el 27 y 70% y la fibra detergente ácido (FDA) entre 22 y 58%; para *M. lupulina* se reporta un rango de proteína cruda del 14 al 27%, la FDN entre 22 al 54% y la FDA entre 16 y 39% (Zhu *et al.*, 1996; Sherestha *et al.*, 1998; Alford *et al.*, 2003; Muir *et al.*, 2003). En *Melilotus albus* los rangos reportados para PC van del 17 al 24.7%, FDN de 32 a 34.7% de FDN y FDA de 19.8 a 24.4% (Guerrero-Rodríguez, 2006).

En las regiones de los valles en el altiplano de Puebla, el clima predominante es el templado en sus variantes de semi-seco, sub-húmedo y húmedo. La variación edáfica en cuanto a pH y textura es considerable, encontrándose desde suelos ácidos hasta los salinos y desde arcillosos a arenosos. Es importante conocer el comportamiento de las especies en las diferentes condiciones para poder hacer mejores recomendaciones. Por tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento productivo y de calidad de siete especies de leguminosas forrajeras de tipo anual y bianual en tres regiones de la parte templada del Estado de Puebla, México.

Materiales y Métodos

Este trabajo se realizó en los municipios de San Salvador El Verde, Tlatlauquitepec, y Oriental, Puebla. Los experimentos se ubicaron en San Salvador el Verde a 19° 15.374' N y 98° 31.115' O a una altitud de 2434 msnm en un suelo franco-arenoso de pH 6.3; en Tlatlauquitepec a 19° 50.411' N y 97° 29.839' O a una altitud de 1959 msnm y en un suelo franco-arenoso con pH de 6.7; y en Oriental en la localidad de Miravalles a 19° 20.479' N y 97° 32.577' O a una altitud de 2374 msnm, en un suelo arenoso y pH de 7.2. Las fechas de siembra fueron el 12, 14 y 24 de junio del 2008, para Oriental, San Salvador El verde y Tlatlauquitepec, respectivamente. Todos los experimentos estuvieron en condiciones de temporal.

Se sembraron siete especies de leguminosas herbáceas. Seis de ellas se encuentran de forma natural en los agostaderos y caminos de la región templada de Puebla, lugares donde se colectó la semilla. Estas fueron *Melilotus albus*, *Medicago lupulina*, *Crotalaria pumila*, *Medicago polymorpha*, *Vicia sativa sp nigra* y *Cologania tenuis*. Se utilizó al ebo (*Vicia sativa sp sativa*) como especie de referencia con dos variedades (de flor morada-FM- y flor blanca –FB), semilla proveniente de una casa comercial.

En cada localidad, el diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 2x3 m. Al considerar a las localidades, se realizó un análisis combinado donde el modelo incluyó el efecto de localidad, a los bloques anidados en localidades y la interacción especie por localidad. Las comparaciones entre medias se llevaron a cabo con la prueba de Tukey al 0.05 de significancia. Los análisis de datos se realizaron con el Procedimiento GLM del Programa SAS Versión 9.2 (SAS Institute, 2002). Los experimentos se mantuvieron libres de malezas, las cuales fueron retiradas manualmente para todos los casos. En la cosecha de forraje se utilizó un cuadrante de 0.25 m², cortando en el centro de la parcela, a 3 cm del suelo. Con excepción de la especie *Vicia sativa sp nigra* todas las demás estaban en floración.

Se determinó el rendimiento de materia seca (MS) utilizando una estufa de aire forzado a 60 °C por un tiempo igual o mayor a 72 h hasta llegar a peso constante. La determinación de la proteína cruda (PC) se realizó bajo el procedimiento de A.O.A.C (1975) mediante el método microKjeldahl. Las fibras insolubles en detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) se realizaron bajo los protocolos de ANKOM (Ankom Technology, 2006) de forma secuencial. La digestibilidad *in vitro* (DIV) fue enzimática, de acuerdo a la técnica de dos etapas pepsina-celulasa (Jones y Hayward, 1975) siguiendo las recomendaciones de Clarke *et al.* (1982), para la cual se utilizaron pepsina y celulasa (Onozuka RS) de Sigma-Aldrich.

Resultados y Discusión

Las especies difirieron ($P < 0.0001$) en la producción de MS. *M. albus* y los dos ebos, en promedio, fueron los más productivos ($P < 0.05$) comparados a las demás especies (Figura 1). Se presentó interacción entre especies por localidad ($P < 0.0001$). Hubo una superioridad marcada del *M. albus* en Oriental donde fue el mejor productor para esas condiciones con presencia de salinidad en el suelo, donde los ebos no prosperaron. Esta situación no ocurrió en la localidad del San Salvador El Verde donde el comportamiento productivo del *Melilotus* fue pobre comparado al de los ebos. *M. polymorpha* siguió un comportamiento parecido al *Melilotus* a través de las localidades. *M. lupulina* también presentó interacción, tuvo una mejor producción en la localidad de Oriental en donde el rendimiento fue un 51% mayor que en la localidad de Tlatlauquitepec. *Vicia sativa sp nigra* y *C. tenuis* no sobrevivieron en Oriental, posiblemente por inadaptación al pH alcalino del suelo. Estas dos especies junto con *M. lupulina* fueron las de menor rendimiento promedio por localidad. Aun cuando estas especies son de clima templado y se pueden encontrar en estado silvestre en algunas de estas localidades, su adaptación es posible que esté limitada a la presencia de simbiontes específicos que no se encuentran en todos los suelos.

En relación a las concentraciones de fibras se observaron diferencias marcadas entre las especies ($P < 0.0001$) (Figura 2). Las menos rendidoras tuvieron menores concentraciones de fibra, situación que fue en parte debida a que presentaron mayores relaciones de hoja:tallo. Interacciones de las especies para localidad se presentaron principalmente para *M. albus* que tuvo menores concentraciones de fibra en las localidades de El Verde y Oriental. Esto repercutió en sus valores de DIV (Figura 2) que fue mayor al resto de las demás especies en la localidad de El

Verde. En promedio la *M. polymorpha* presentó los valores más bajos de DIV, lo que coincidió con sus mayores concentraciones de ambas fracciones de fibra.

La concentración de PC (Figura 2) fue diferente entre especies ($P<0.0001$), aspecto que se expresó mayormente en la localidad de San Salvador El Verde, seguido del de Oriental. *M. Polymorpha* consistentemente presentó menores ($P<0.05$) concentraciones (16.8%) al igual que el *M. albus* (17%).

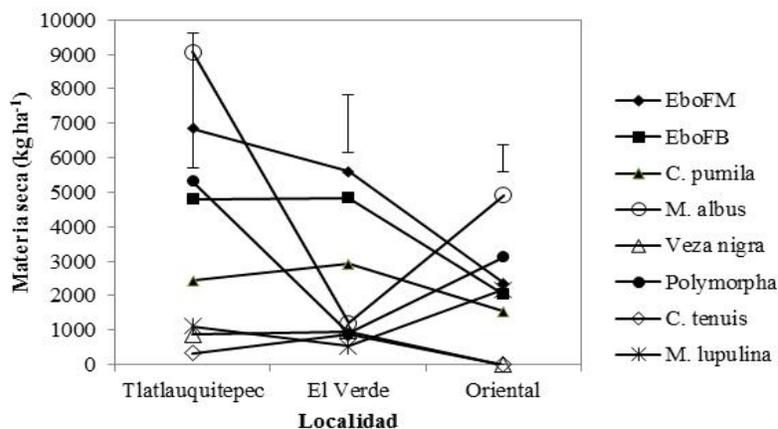


Figura 1. Producción de materia seca de leguminosas forrajeras anuales y bianuales en tres diferentes regiones del altiplano poblano. Las barras representan la diferencia mínima significativa de Tukey ($\alpha=0.05$).

Para las especies naturalizadas más conocidas (*M. lupulina*, *M. polymorpha* y *M. albus*) los resultados para las fibras y PC coinciden con la literatura reportada. De *C. pumila* y *C. tenuis*, no se tienen puntos de referencia, pero por el comportamiento que presentaron, los valores caen en el rango aceptable para las leguminosas, que es el tener contenidos de proteína cruda altos y también menor contenido de fibras que las gramíneas. Todas estas especies tienen hábitos de crecimiento un tanto contrastantes, por lo que tienen potencial para complementarse en bancos de proteína bajo asociaciones. El *M. albus* por ejemplo es una especie bienal de crecimiento erecto con alta producción de materia seca y digestibilidad aceptable. Esta especie comparada con los ebos que son anuales, puede ser extendida en las diferentes áreas de pastoreo en los agostaderos y terrenos de cultivo, pues presenta buena adaptación a los suelos y a los regímenes de humedad de la región templada. De igual forma la *M. polymorpha*, aunque presentó calidades nutritivas un tanto menores que las demás especies, fue productiva al nivel de las vezas en dos de los ambientes probados; por tanto con manejo pueden mejorar. Se tiene un desconocimiento de los rizobium que se asocian a todas estas especies, por lo que presenta una ventana amplia para mejorar el comportamiento productivo de todas estas especies al poder establecerse inoculaciones efectivas y, por tanto, mejorar el abastecimiento de nitrógeno a la planta.

Conclusiones

Varias de las especies probadas tienen potencial productivo y cualitativo para mejorar la dieta de los rumiantes de la región de los valles altos del Estado de Puebla. El *Melilotus albus* al igual que la *Medicago polymorpha* superaron o igualaron a los ebos. Hacen falta más estudios de las especies nativas para determinar los factores que inciden en que presenten desarrollos más abundantes como los que se observan en condiciones silvestres.

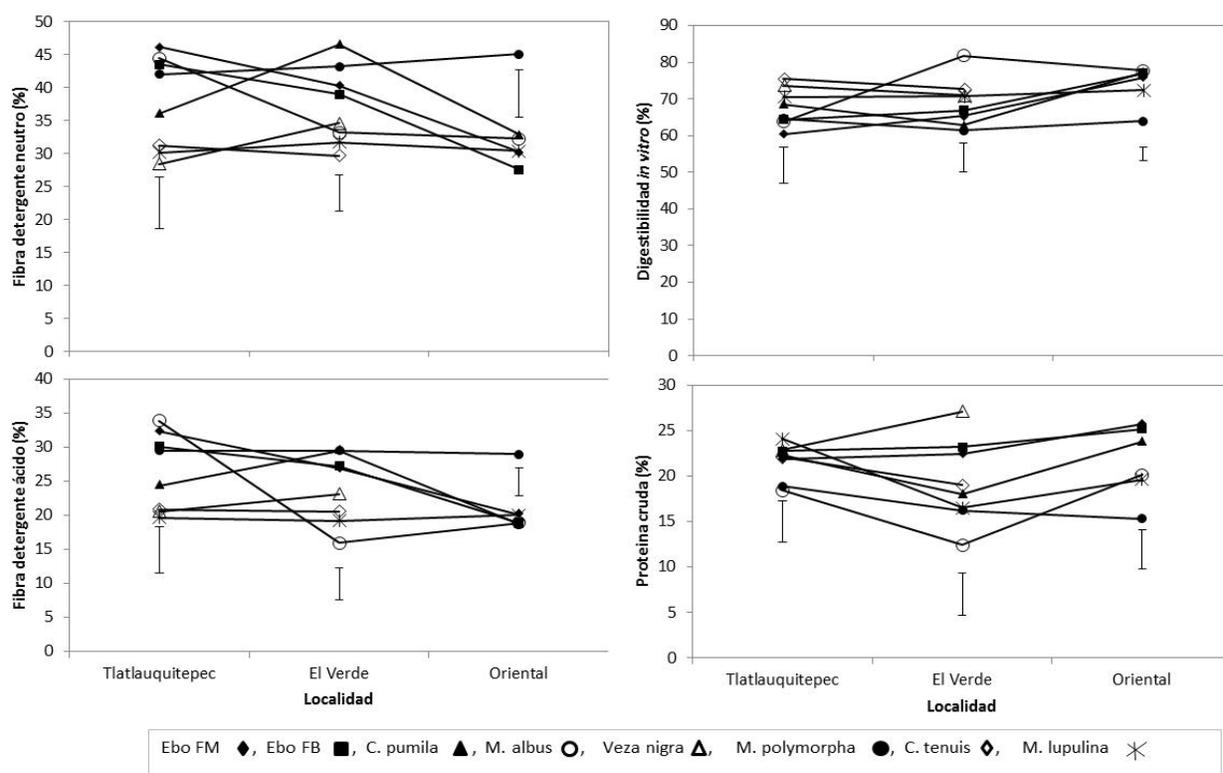


Figura 2. Concentraciones de fibra insoluble en detergente neutro, ácido, digestibilidad *in vitro* y proteína cruda de leguminosas forrajeras herbáceas anuales y bianuales en el altiplano Poblano. Las barras representan la diferencia mínima significativa de Tukey ($\alpha=0.05$).

Agradecimientos

Al Fondo Mixto CONACyT-Gobierno del Estado de Puebla por el financiamiento del proyecto 77239, del cual formó parte este trabajo.

Literatura Citada

- Alford C.M., Krall J.M. and Miller S.D. 2003. Intercropping irrigated corn with annual legumes for fall forage in the high plains. *Agronomy Journal*. 95: 520-525.
- Ankom Technology. 2006. Operator's Manual ANKOM^{200/220} Fiber Analyzer Ankom Technology procedures. Macedon, NY, USA. 27p.
- A.O.A.C. 1975. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 12th Edition. Washington, D. C.
- Clarke T., P.C. Flinn and McGowan A.A. 1982. Low-cost pepsin-cellulase assays for prediction of digestibility of herbage. *Grass and Forage Science*. 37:147-150.
- Church D.C., Pond W.G. y Pond K.R. 2004. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Segunda Edición Limusa Wiley. México, D.F., 438 pp.

- Guerrero-Rodríguez J. de D. 2006. Growth and nutritive value of lucerne (*Medicago sativa* L.) and *Melilotus albus* Medik.) under saline conditions. Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy, The University of Adelaide, Australia. 151 p.
- INEGI. 2008. Anuario Estadístico del Estado de Puebla. Tomo II, Edición 2008. México. 981 p.
- Jones D.I.H and Hayward M.V. 1975. The effect of pepsin pretreatment of herbage on the prediction of dry matter digestibility from solubility in fungal cellulose solutions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 26: 711-718.
- Muir J.P., Ocumpaugh W.R. and Read J.C. 2003. Spring forage yield and nutritive value of Texas black medic accessions. *Agronomy Journal*. 95: 908-912.
- SAS Institute. 2002. SAS User's Guide: Statistics. Version 9.0. Statistical Analysis System Institute. Cary, North Carolina, USA.
- Shrestha A., Hesterman O.B., Squire J.M., Fisk J.W. and Sheaffer C.C. 1998. Annual medics and berseem clover as emergency forages. *Agronomy Journal*. 90: 197-201.
- Zhu Y., Sheaffer C.C. and Barnes D.K. 1996. Forage yield and quality of six annual *Medicago* species in the North-Central USA. *Agronomy Journal*. 88: 955-960.

ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE ATRIPLEX BARCLAYANA MEDIANTE ECUACIONES DE PREDICCIÓN

Ariel Guillén Trujillo*¹, Mónica Leyva Reyes¹, Alejandro Palacios Espinosa¹ y José Luis Espinoza Villavicencio¹

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al sur km. 5.5. *guillen@uabcs.mx

Resumen

Baja California Sur presenta una ganadería extensiva importante social y económicamente basada en la vegetación nativa. Por ello los recursos disponibles se deben aprovechar al máximo, teniendo en mente su preservación y sustentabilidad del proceso productivo. La búsqueda de especies con potencial para el mantenimiento de los animales, es una de las razones de que se estén explorando las áreas naturales. Se realizó en el municipio de la Paz, B.C.S., en dos sitios, Balandra y Cerro atravesado, lo que influye en aspectos edafológicos y vegetativos. El objetivo estudiar la producción de forraje del *Atriplex barclayana* con el uso de ecuaciones de predicción. En cada sitio se seleccionaran 30 plantas que se cortaron con al ras del suelo y puestas en bolsas de papel y secadas a temperatura ambiente, se separaron las hojas de los tallos y se pesaron de manera independiente. Las variables evaluadas H, DM y Dm fueron medidos con cinta métrica. Los datos fueron ordenados y analizados con Minitab 8 mediante correlación y regresión múltiple. Se obtuvo en Balandra $PT = 1.64 Dm$ con 0.81 de coeficiente de determinación y $PH = 0.852 DM$ con 0.70 de coeficiente. En Cerro atravesado fueron $PH = -18.6 + 1.17 Dm$ con 0.70 de coeficiente, con valor de 0.81 en $PT = 1.82 Dm$. Para la determinación de la producción de forraje fueron establecidas ecuaciones muy sencillas, en algunos sitios con la medición de una sola variable, es posible calcularla, siendo recomendable la realización de la comprobación de dichas ecuaciones.

Palabras clave: Ecuaciones de predicción, *Atriplex barclayana*, producción de forraje, Baja California Sur.

Introducción

Las zonas áridas de México se caracterizan por la carencia de forraje durante periodos prolongados, debido a los patrones de lluvia que se presentan en las distintas regiones. En Baja California Sur, presenta una ganadería extensiva de importancia social y económica basada principalmente en la vegetación nativa de la zona. Por ello los recursos disponibles se deben aprovechar al máximo, teniendo en mente preservarlos y la sostenibilidad del proceso productivo. Por lo que la búsqueda de especies que tengan potencial para el mantenimiento de los animales en condiciones extensivas, es una de las razones de que se estén explorando las áreas naturales. En dichas zonas se han identificado muchas especies que son aprovechadas por los animales, y se les ha estudiado desde diferentes puntos de vista (germinación, crecimiento, producción y aprovechamiento), sin embargo, la búsqueda sigue y nuevas especies están esperando ser incluidas en este tipo de estudios. Por ello para elevar la productividad en estas zonas deben buscarse plantas tolerantes al estrés salino, como las especies del género *Atriplex* por que presentan alto valor forrajero, buen contenido de proteínas y minerales, alta tolerancia a la sequía

y la salinidad, además de que tiene una distribución amplia. Dentro de las regiones áridas y semiáridas de México, el *Atriplex* es una fuente importante de alimento para el ganado a lo largo de todo el año. El chamizo o costilla de vaca presenta la gran ventaja de que se desarrolla durante la primavera que es cuando tanto la vegetación como el suelo están secos, debido principalmente a que su sistema radicular es más profundo que el de otras plantas, permitiéndole utilizar la humedad de mayor volumen de suelo. Existe poca información sobre el potencial productivo en *A. barclayana* en las áreas de pastizal, lo que hace que sea una limitante para el aprovechamiento racional y eficiente de la especie.

Este trabajo tiene por objetivos determinar la producción de forraje en *Atriplex barclayana* mediante el uso de ecuaciones de predicción, así como obtener el valor nutricional del *A. barclayana*.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en dos sitios dentro del municipio de La Paz, Baja California Sur, el primero (Balandra) ubicado a 25 Km. de la ciudad de La Paz por la carretera Pichilingue-La Paz y con acceso a la carretera Pichilingue-El Tecolote, a 8 Km. del puerto. El área de trabajo se localiza entre los 24° 18.1" 121' y 24° 18.1" 45' latitud Norte y 110° 19" 0 y 110° 18" 99 longitud oeste, a una altitud de 27 m sobre el nivel del mar. El segundo sitio es el cerro atravesado ubicado en la ciudad de La Paz entre los 24° 08" 57' latitud norte y 110° 17" 2.7' longitud oeste a una altitud de 720 m sobre el nivel del mar. En cada sitio se seleccionaron 30 plantas, midiendo altura (ALT), diámetro mayor (DM) y diámetro menor (Dm), se cortaron y secaron y se obtuvo el peso de hojas (PH) y tallos (PT). Cada planta se colocó en bolsas de papel y se identificó adecuadamente. Después se dejaron para que secaran a temperatura ambiente durante 20 días. Posteriormente se procedió a separar las hojas de los tallos, las hojas se pusieron en una bolsa y los tallos en otra, después se pesó cada bolsa. Para luego realizar análisis bromatológico, de hojas y tallos. Se realizó el análisis de regresión con el método Stepwise para obtener la mejor ecuación de predicción, seleccionada por coeficiente de determinación (R^2), error estándar (EE) y nivel de significancia.

Resultados y Discusión

En el sitio 1 se obtuvieron para $PH = 0.73 + 0.8732Dm$ y para $PT = -54.91 + 2.404DM$ [R^2 de 14.7 y 50.8 %, respectivamente (Figura 1 y 2)]. En el sitio 2, fueron para $PH = -18.56 + 1.15Dm$ y $PT = -1.98 + 1.724Dm$ [R^2 de 66.9 y 38%, respectivamente) (Figura 3 y 4)], se observa que para ambos sitios en la determinación de PH es el diámetro menor el que influye de manera determinante, aunque con proporción diferente, mientras que para PT la variable cambia en cada sitio, esto debido tal vez a las características tan distintas en cuanto a altitud, tipo de suelo y de vegetación principalmente. Existe diferencia altamente significativa en ALT entre sitios, siendo más alta ($P < 0.003$) en el sitio 2 (42.2 ± 1.7 vs 34.08 ± 2.0), el intervalo de confianza indica que ALT en el sitio 2 es mayor (2.799 a 13.367 unidades) vs sitio 1, debido a que las características del suelo son distintas, principalmente en cuanto al contenido de sales y fertilidad. El DM es más grande ($P < 0.007$) en el sitio 2 (57.7 ± 3.2 vs 47.1 ± 2.0) que en sitio 1 (3.08 a 18.05 unidades más en el sitio 2 vs sitio 1), ya que el suelo es de mejor calidad en el sitio 2. En Dm no existieron

diferencias significativas ($p > 0.603$) entre sitios (36.33 ± 1.7 vs 37.8 ± 2.2 , para sitio 1 y sitio 2, respectivamente). Para PH, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.018$) entre los sitios 1 y 2 (40.5 ± 5.2 vs 25.7 ± 3.2 , respectivamente), con un intervalo de 2.64 a 27.1 g más en sitio 1 que en sitio 2, manifestándose la capacidad elevada que tiene esta especie para desarrollarse mejor en suelos con cantidades altas de sales. Respecto al peso del tallo, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.372$) entre los sitios (58.3 ± 6.6 vs 67.7 ± 8.0). Los datos siguieron estudios posteriores ya que varía la producción en los diferentes sitios ya que dependiendo de la ubicación será el aporte de esta especie.

Existe poca información en *A. barclayana* por lo que es necesario continuar tomando muestras de esta especie y ver el efecto que tienen las condiciones climáticas en el desarrollo de esta especie y sobre todo en la composición química, para poder hacer comparaciones con esta u otras especies del género *Atriplex* que existen en la región o en el país.

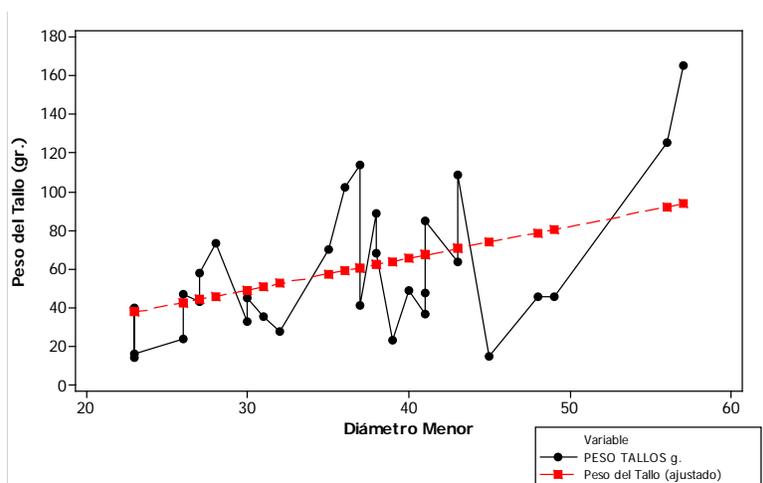


Figura 1.- Recta de la regresión ajustada del peso de tallos (PT) en función del diámetro menor (Dm) en el sitio Balandra.

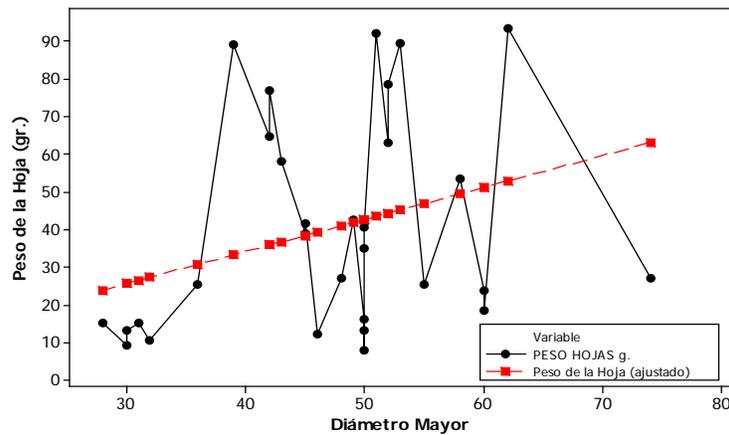


Figura 2.- Recta de la regresión ajustada del peso de hojas (PH) en función del diámetro mayor (DM) en el sitio Balandra.

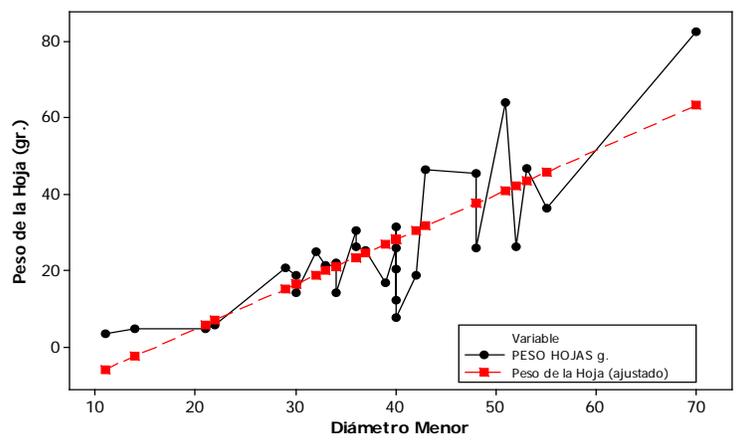


Figura 3.- Recta de la regresión ajustada del peso de hojas (PH) en función del diámetro menor (Dm) en el sitio Cerro Atravesado.

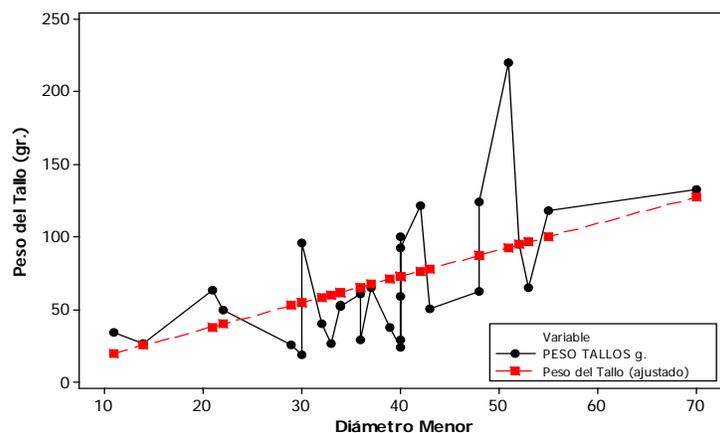


Figura 4.- Recta de la regresión ajustada del peso de tallos (PT) en función del diámetro menor (Dm) en el sitio Cerro atravesado.

Literatura Citada

- Aiazzi, M.T., P. Carpane y C. Deza. 2005. Efecto de la salinidad, sobre el crecimiento de plantas de *Atriplex cordobensis* Gandoger et Stuckert originadas de semillas de distintas procedencias. *Muldequina* 14: 39-46.
- Alzerrec, A.H., E.W. Schupp and S.G. Kitchen. 1998. Sheep grazing and plant cover dynamics of a shadscale community. *J. Range Manage* 51 (2): 214-222.
- Echavarría, Ch. F.G., A.P. Serna, F.A. Rubio, A.F. Rumayo y H. Salinas. 2009. Productividad del chamizo *Atriplex canescens* con fines de reconversión: dos casos de estudio. *Tec. Pec. Mex.* 47 (1): 93.
- Hierro, J.L., L.C. Branch, D. Villareal and K. L. Clark. 2000. Predictive equations for biomass and fuel characteristics of argentine shrubs. *J. Range manage.* 53(6): 617-621.
- Islam, M. and M.A. Adams. 2000. Nutrient distribution among metabolic fractions in 2 *Atriplex* spp. *J. Range Manage.* 53 (1): 79-85.
- Mei, B., E.G. No, E.L. McWilliams, J.H. Gould and R.J. Newton. 1997. In vitro regeneration of fourwing saltbush (*Atriplex canescens*) Pursh Nutt. *J. Range Manage* 50(4): 413-418.
- Rehman, A., S. Rafique and B. Khan. 1991. Fourwing saltbrush as a winter forage for sheep in upland Balochistan. *ACIAR Proceedings* 42:72-75.
- Romero-Paredes R.J. y R.G. Ramirez. 2003. *Atriplex canescens* (Purch, Nutt), como fuente de alimento para las zonas áridas. *Ciencia UANL VOL.VI, No. 1*:85-92.
- Saucedo T.R.A. 1999. Producción de forraje y respuesta a la defoliación de chamizo (*Atriplex canescens*) durante la primavera. INIFAP. Centro de Investigación Regional del norte centro. Campo Experimental La Campana. Folleto Científico No. 1.
- Soltero, S. G. y Fierro, L.C. 1981. Importancia del chamizo (*Atriplex canescens*) en la dieta de bovinos en pastoreo en un matorral desértico de *Atriplex-Prosopis* durante la época de sequía. *Boletín Pastizales, RELC, INIP, SARH, Vol. XII No.1*.
- Ueckert, D.N., M.W. Wagner, J.L. Peterson and J.E. Houston. 1988. Performance of sheep grazing fourwing saltbush during winter. P. 32- 33. In *Sheep and goat, wool and mohair*. Tex. Agr. Exp. Stn. Collage Station Tex.
- Ungar, I. 1996. Effect of salinity on seed germination, growth and ion accumulation of *Atriplex patula* (Chenopodiaceae). *American Journal of Botany* 83: 604-607.

Urrutia M.J., Díaz G.M.O., Gámez V.H., Rivera L.T., Beltrán L.S. y Luna V.J.. 2007. Utilización de chamizo (*Atriplex canescens*) y nopal (*Opuntia ficus indica*) como principales alimentos para producción de leche caprina en la estación de estiaje. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, Argentina.

SIEMBRA Y ESTABLECIMIENTO DE CUATRO GRAMINEAS CON DIFERENTES MÉTODOS Y UNIDADES DE DISPERSIÓN

SOWING AND ESTABLISHMENT OF FOUR GRASSES USING DIFFERENT SEED COVER METHODS WAYS FOR CARYOPSIS AND DIASPORAS

Filogonio J. Hernández¹, Paulino Pérez¹, Gabino García¹, María E. Ortega¹, Efrén Ramírez¹,
María E. Carranco², Adrian Quero¹ y Raúl Plascencia¹

¹Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Campus Montecillo. Km 36.5 Carr. México-Texcoco, Texcoco, Edo., de México. fjesushg@hotmail.com, ²Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Suvirán. México, DF.

Resumen

Para caracterizar emergencia y establecimiento utilizando diásporas o cariósides con Rhodes, Buffel, Navajita y Banderita con cuatro métodos de tapado de unidad de dispersión (**UD**): Ramas, Rodillo, Ramas-Rodillo y sin tapar, en dos sitios: Atotonilco El Grande, Hidalgo (AGH) y Salinas, SLP (SSLP). La siembra se ajustó por viabilidad, a emergencia de 3000 plantas m². Se contabilizaron plantas emergentes y establecidas en Octubre 2010 y 2011, mediante tres muestreos al azar (30 x 60 cm) en cada parcela (7 x 5 m). Los datos se analizaron mediante ANOVA (Tukey P<0.05). Se observaron diferencias al usar diferente **UD** (diásporas ó cariósides) en emergencia (P<0.01) y tipo de tapado (P<0.01). En ambos sitios se estableció la cuarta parte de plantas emergidas, sin importar el tipo de **UD**. En AGH, tapar la **UD** con Ramas-Rodillo, Ramas y Voleo fueron iguales (P>0.05) y superaron al Rodillo (P<0.01). En SSLP, no hubo diferencia en emergencia usando cualquier método de tapado (P>0.05). Para emergencia, AGH-Rhodes, fue diferente (P<0.01; 14 plantas/m²) y, al establecimiento, no hubo diferencias (P>0.01; dos plantas/m²). En SSLP-Buffel tuvo mayor emergencia (P<0.01 14 plantas/m²), seguido de Rhodes y Banderita (P>0.05; cuatro plantas/m²) y Navajita (P<0.01; tres plantas/m²). Al establecimiento, Buffel fue mayor (P<0.01; dos plantas/m²), seguido de Rhodes y Banderita (P>0.05; una planta/m²) y Navajita (P<0.01; cero plantas/m²). En temporal, usar cariósides no refleja la mayor germinación registrada en laboratorio por eliminación de brácteas, tapar la semilla con ramas y rodillo fue mejor para emergencia.

Palabras clave: Método de siembra, Siembra de praderas, Praderas de temporal

Introducción

Las regiones áridas y semiáridas del Desierto Chihuahuense a raíz del cambio climático han cambiado la estructura y funcionamiento del ecosistema (Ignace *et al.*, 2007). El establecimiento de pastos nativos e introducidos a principios del siglo XX en Arizona E.U., documentado por Cox y Jordan (1983) como poco exitoso en condiciones de temporal; al cabo de 10 años, los pastos tienden a desaparecer aun sin pastorearlos, debido a la escasa precipitación del Suroeste en la Unión Americana. A partir de los años 40's se ha optado por introducir especies Africanas con mayor tolerancia a sequía. Jordan (1970) llevó a cabo estudios por nueve años para determinar las mejores combinaciones en el control de arbustos y preparación de cama de siembra para obtener la mayor emergencia y establecimiento de pastos en tres sitios de Arizona y encontró que la mayor emergencia y establecimiento ocurrió al utilizar rastra de discos y rastra rotativa, para controlar arbustos, preparar la cama de siembra en primavera y con siembra inmediatamente

después del tratamiento mecánico. La siembra de praderas en suelos agrícolas, donde los cultivos básicos son de alto riesgo debido a la escasez de lluvia, es una opción sustentable para amplias regiones de baja precipitación. Así mismo, la comparación de siembras al establecimiento con diferentes métodos de tapado con cariósides y con brácteas florales no está documentada claramente. El objetivo fue contabilizar plantas emergidas y establecidas usando diásporas o cariósides en cada tipo de tapado, en dos sitios.

Materiales y Métodos

La duración del experimento fue del 25 de junio de 2010 al 25 de octubre de 2011, realizándose en Atotonilco El Grande, Hidalgo (AGH), y Salinas Hidalgo, San Luis Potosí (SSLP). AGH presenta clima templado-seco, temperatura anual de 16°C y precipitación pluvial anual de 560 milímetros a 1,900 msnm. El tipo de suelo es Vertisol (INEGI, 1984). SSLP posee clima desértico y precipitación pluvial anual de 373 mm, temperatura media anual de 17 °C y 2,100 msnm. El tipo de suelo es Aridisol (INEGI, 1984). Se evaluaron cuatro especies de Poaceae: *Cenchrus ciliaris* L. (Buffel), variedad Común; Rhodes, variedad Bell, Navajita, *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) y Banderita, *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. Los cariósides se obtuvieron el 1 de junio de 2010 por medio de fricción manual y, mediante tamiz de 0.42 mm se eliminaron cariósides dañados y chicos de las cuatro especies; posteriormente, se colocaron en recipiente plástico con tapa en condiciones de laboratorio y no se trataron químicamente contra patógenos. El terreno se preparó en ambos sitios a principios de junio usando barbecho y dos pasos de rastra para degradar el diámetro de terrones. Se caracterizó la semilla base para alcanzar una germinación de tres mil plantas/m² en ambos tipos de unidad de dispersión **UD** (diásporas ó cariósides). En AGH, la siembra, primer conteo y segundo conteo se realizaron el 25 de junio, 22 de octubre de 2010 y 25 de octubre de 2011, respectivamente. En SSLP, las mismas actividades se hicieron el 5 de julio, 20 de octubre de 2010 y 22 de octubre de 2011, respectivamente. La siembra se realizó al voleo en parcelas de 7 x 5 m, a capacidad de campo, evaluándose tres tipos de tapado de **UD** y testigo (sin tapar): 1. Paso de ramas 2. Paso de rodillo 3. Paso de ramas y rodillo y 4. Sin tapar. Para contabilizar las plantas que emergieron en 2010, se realizaron tres muestreos al azar en cada unidad experimental, con rectángulo de 30 x 60 cm, fijándose el área del rectángulo y enumerando con bandera para contar plantas al ciclo siguiente. Los tratamientos consistieron de la combinación de dos sitios de siembra, cuatro gramíneas sembradas con: a). cariósido y b) diáspora, y cuatro tipos de tapado, con tres repeticiones por tratamiento (216 parcelas en total). El número de plantas emergidas (m²) se determinó en octubre de 2010 y, establecidas, en octubre 2011. Se usó un Diseño Completamente al Azar, en parcelas sub-subdivididas, con tres repeticiones y comparando medias con Tukey (P<0.05).

Resultados y Discusión

El éxito en establecimiento fue muy bajo en ambos sitios (0.3%). En cuanto a especies, AGH-Buffel con diásporas fue mejor que usar cariósido (P<0.01; Fig. 1-A), en emergencia (P<0.01; 6 vs 3 plantas m²) y establecimiento (P<0.05; 3 vs 2 plantas m²). El mejor tipo de tapado en la emergencia fue rodillo (P<0.01; 8 plantas/m²); sin embargo, los mejores valores fueron usando tapado. En SSLP, la emergencia de plantas sembradas con diásporas fue mayor (P<0.01), comparado con cariósides (20 vs 3 plantas/m²), al igual que las establecidas (4 vs 0 plantas/m²). Usar Voleo y Ramas (P<0.01; 32 y 20 plantas/m²) con diásporas fue mejor (P<0.01) a cualquier tipo de tapado con cariósides. Navajita en AGH (Fig. 1-B) mostró mayor número de plantas

emergidas con diásporas que con carióspside ($P < 0.01$; 13 vs 2 plantas/m²) y al establecimiento ($P < 0.01$; 3 vs 2 plantas/m²). Los tipos de tapado no fueron diferentes ($P > 0.05$) entre sí. En SSLP emergió mayor cantidad de plantas utilizando diásporas en comparación con el uso de carióspsides (5 vs 1 planta/m²); similarmente, al establecimiento ($P < 0.01$; 1 vs 0 plantas/m²). Considerando el método de tapado a emergencia, utilizar Ramas fue mejor ($P < 0.01$) al uso de Voleo y Rodillo, pero similar ($P > 0.05$) a Ramas-Rodillo. El pasto Rhodes en Hidalgo (Fig. 1-C) no tuvo diferencia ($P > 0.05$) en la emergencia al usar diásporas o carióspsides (15 vs 17 plantas/m², respectivamente) pero al establecimiento fueron diferentes ($P < 0.01$; 3 vs 2 plantas/m²; diáspora vs carióspside). Considerando el tipo de tapado, no hubo diferencias tanto en la emergencia como al establecimiento ($P > 0.05$). En SSLP las diásporas emergieron más que al usar carióspsides ($P < 0.01$; 11 vs 1 planta/m²) y al establecimiento ($P < 0.01$; 3 vs 0 plantas/m²). Considerando el método de tapado, no hubo diferencias a la emergencia ni al establecimiento ($P > 0.05$). La emergencia de Banderita en Hidalgo (Figura 1-D) fue mayor cuando se utilizaron diásporas que carióspsides ($P < 0.01$; 14 vs 2 pl/m²) y al establecimiento no hubo diferencia ($P > 0.05$; 2 vs 1 plantas/m²). No tapar, Ramas y Ramas-Rodillo no fueron diferentes ($P > 0.05$; 9, 10 y 9 plantas/m²) y fueron mayores que cuando se usó Rodillo ($P < 0.01$; 3 pl/m²). En SSLP hubo mayor cantidad de plantas emergidas con diásporas que con carióspsides ($P < 0.01$; 7 vs 1 pl/m²) y del mismo modo al establecimiento ($P < 0.01$; 3 vs 0 plantas/m²). Hubo mayor emergencia al tapar la siembra con Ramas-Rodillo y fueron diferentes ($P < 0.01$; 7 y 7 pl/m²) que tapar con Rodillo y al Voleo ($P < 0.01$; 1 y 2 pl/m²).

La emergencia y establecimiento de los pastos utilizados fueron parecidos al comparar con lo hecho por Cox y Jordan (1983) en Arizona con *Eragrostis lehmaniana* donde emergieron 18 pl/m² y se establecieron 10 pl/m² teniendo un éxito de 0.6%, mientras que Cox *et al.*, 1982 y Cox *et al.*, 1986 tuvieron un éxito inferior a 0.1% (una pl/m²) con *Eragrostis lehmaniana* y *Eragrostis curvula*. En la preparación de la cama Cox *et al.*, 1986 realizó ocho diferentes modos, encontraron que usando rastra y surcos fue el mejor tratamiento para las cuatro especies estudiadas (4 pl/m²) seguido de rastra (2 pl/m²) y el uso de dos pasos de riel (2 pl/m²). Las especies africanas se establecen con mayor éxito a las nativas, ya que las primeras tienen 15 millones de años más en evolución de pastoreo y sobrevivencia (Quero *et al.* 2004).

Conclusiones.

El mayor establecimiento ocurrió cuando se sembró con diásporas que con carióspsides en ambos sitios. Los mejores métodos para promover la emergencia es tapando la siembra con Ramas; o Ramas y Rodillo. Las especies africanas se establecieron con mayor éxito y cantidad, en comparación con las nativas.

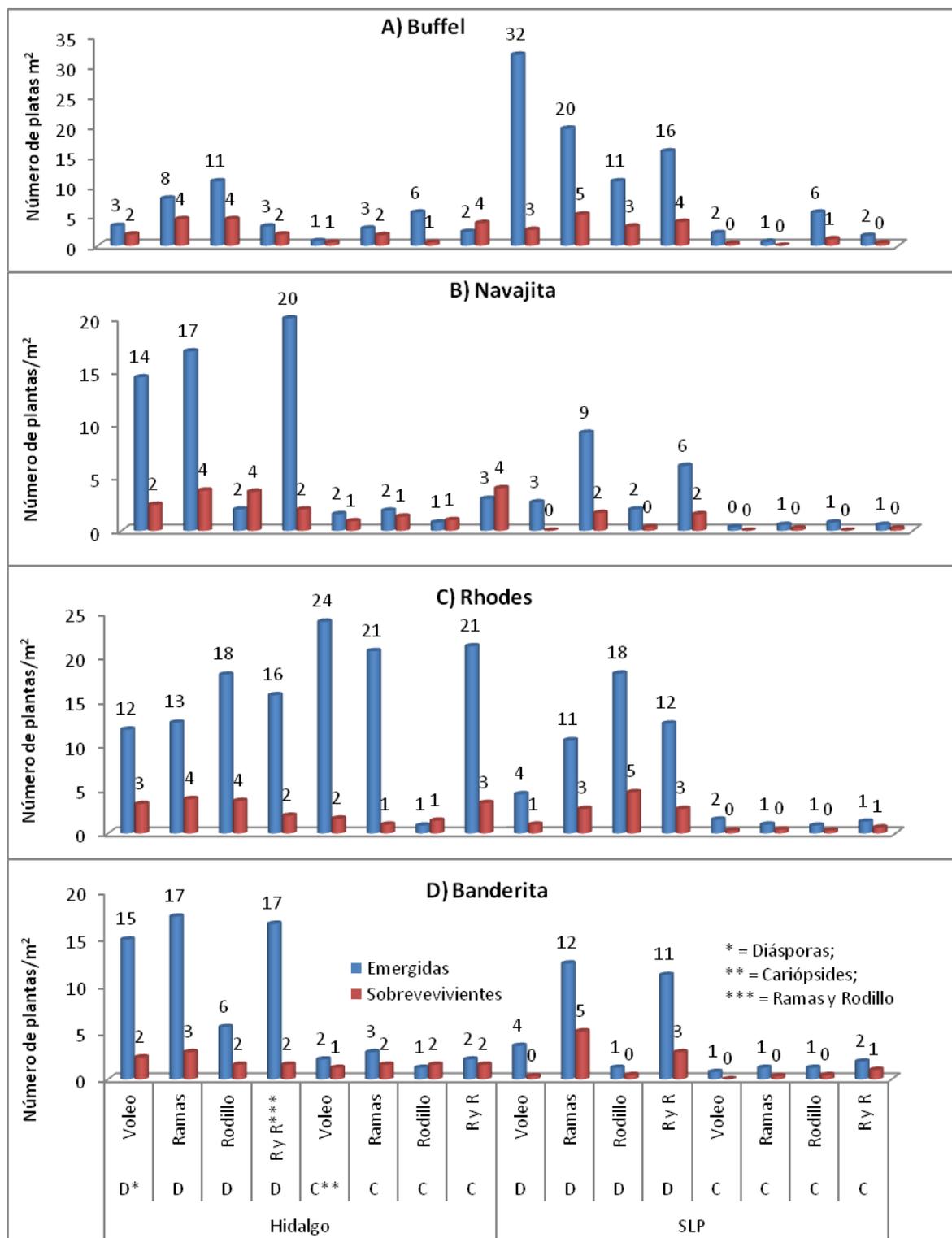


Figura 1. Plantas emergidas y establecidas (m^2) de pasto: A) Buffel, B) Navajita, C) Rhodes, y D) Banderita con diferentes métodos de tapado (Sin tapar, Ramas, Rodillo y Ramas y Rodillo (R y R)) sembrados con Diásporas (D) y Cariópsidas (C) en Atotonilco El Grande, Estado de Hidalgo y Salinas Hidalgo, San Luis Potosí.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Línea Prioritaria de investigación No. 11. Sistemas de Producción Agrícola, Pecuaria, Forestal y Pesquera, del Fideicomiso de Investigación Colegio de Postgraduados, por su valioso apoyo para el desarrollo de este trabajo.

Literatura Citada

- Cox, J. R., H. L. Morton, T. N. Johnsen., G. L. Jordan, S. C. Martin, and L. C. Fierro. 1982. Vegetation restoration in the Chihuahuan and Sonoran deserts of North America. USDA-Agr. Res. Ser. ARM-W-28.
- Cox, J. R. and G. L. Jordan. 1983. Density and production of seeded range grasses in southeastern Arizona (1970-1982). *J. Range Manage.* 36 (5):649-652.
- Cox, J. R., M. H. Martin, F. A. Ibarra, and H. L. Morton. 1986. Establishment of range grasses on various seedbeds at creosotebush (*Larrea tridentata*) sites in Arizona USA and Chihuahua Méx. *J Range Management* 39 (6):540-546.
- Ignace, D. D., T. E. Huxman, J. F. Weltzin, D. G. Williams. 2007. Leaf gas exchange and water status response of a native and nonnative grass to precipitation across contrasting soil surfaces in the Sonoran desert. *Oecologia* 152:401-413.
- Jordan, G. L., and M. X. Maynard. 1970. The San Simon watershed: revegetation. *Prog. Agr. in Arizona* 4:4-7.
- Quero, C. A. R., J. F. Enríquez Q. y L. J. Miranda. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o *Status quo*. *Interciencia* 32 (8): 566-571.

TAMAÑO DE CARIÓPSIDE Y DESARROLLO DE GRAMÍNEAS PARA TEMPORAL

CARIPOSIS SIZE AND PLANTLET DEVELOPMENT OF RAIN-FED GRASSES

Hernández GFJ¹, García de los S. G.¹, Ma. E. Ortega C.¹, Pérez RP¹ y Quero CAR¹

Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Campus Montecillo. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Texcoco, Edo. de México. CP 56230. fjesushg@hotmail.com.

Resumen

La calidad de la semilla a utilizar es de los pocos factores que puede controlar el productor al establecimiento de praderas de temporal y ésta puede ser variable de acuerdo al origen, manejo y nivel de beneficio. Se determinó tamaño de carióspside (TC) y se separaron en grandes (CG) y chicos (Cch), se protegieron y conservaron en laboratorio. La siembra se realizó en macetas de 3 l con drenaje. Mediante muestreos destructivos, se midió raíz y parte aérea cada 20 días, del 16 de junio y al 25 de septiembre. Se evaluaron dos especies nativas y dos introducidas. Para TC, se observaron diferencias entre fechas ($P < 0.01$). Plantas originadas de CG mostraron mayor producción de MS de hoja, en comparación con las de CCh, únicamente de 20 a 60 dds ($P > 0.05$), debido a la influencia de mayor producción de hoja de plantas originadas de CCh de especies africanas, sobre el resto de especies. La producción de hoja, al utilizar CG de Banderita, superó a la de CCh de Banderita y de ambos de Navajita ($P < 0.01$). El desarrollo radical y aéreo de plántulas originadas de carióspside grande fue superior al de carióspside pequeño, especialmente en nativas. El uso de carióspside grande es uno de los componentes de éxito en el establecimiento de praderas de temporal en zonas áridas. Se debe trabajar en la evaluación en campo con el uso de carióspsides clasificados. El beneficio y clasificación de carióspsides tiene amplias posibilidades de mejorar el éxito en el establecimiento de praderas de temporal.

Palabras clave: clasificación de carióspsides, establecimiento de praderas, germinación.

Introducción

Los primeros días de desarrollo son fundamentales para el establecimiento de praderas de temporal, su establecimiento depende de diversos factores y, entre éstos, la calidad biológica de semilla es de los pocos controlables. En cultivos básicos, semilla de mayor tamaño se refleja en plántulas vigorosas en condiciones de sequía (López-Castañeda *et al.*, 1995). En Poaceae, semilla grande tiene mayor vigor, germinación y establecimiento (Kneebond y Cremer, 1955; Kawade *et al.*, 1987). La capacidad competitiva de plántulas frente a maleza y ambiente dinámico, influyen su establecimiento (Reich *et al.*, 1992). Por otra parte, carióspside de diferente tamaño es fácil de clasificar mediante procesos de separación (Perry, 1980; Larsen y Andreasen, 2004). El efecto de tamaño de semilla en germinación y emergencia de plántulas ha sido investigado en varias especies (Willenborg *et al.*, 2005; Kaydan y Ya-mur, 2008); sin embargo, los resultados varían entre éstas. La emergencia rápida y uniforme es esencial (Yari *et al.*, 2010). Especies de semilla grande muestran mejor desempeño en condiciones limitantes de sequía y defoliación (Metz *et al.*, 2010). Los pastos responden con plantas vigorosas al usar semilla grande (Larsen y Andreasen, 2004). En cereales, el tamaño del embrión es de mayor impacto que el tamaño de semilla (López-Castañeda *et al.*, 1995). Lo anterior es importante siembras a profundidades elevadas, lo que frecuentemente ocurre en pastos. Los objetivos fueron: 1).

Definir ventajas de clasificar carióspsides 2). Detectar diferencias de desarrollo indicadoras de mejor capacidad de establecimiento de plántulas en temporal árido.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el *Campus* Montecillo, COLPOS-CA, Texcoco, Edo. de México, a 2240 msnm. Clima templado subhúmedo, temperatura media de 12 a 18°C. El suelo utilizado es franco arenoso, pH 7.8 y 2.4% de MO, clasificado como Typicustipsamments (Ortiz, 1997). Mediante fricción física, se obtuvieron y definieron dimensiones de carióspside (largo, ancho y grueso), se determinó tamaño de carióspside (**TC**) por especie. Los carióspsides se separaron en grandes (**CG**) y chicos (**Cch**), se protegieron y conservaron en laboratorio. La siembra se realizó el 27 de mayo en macetas de 3 l con drenaje. Mediante muestreos destructivos, se midió raíz y parte aérea cada 20 días, del 16 de junio y al 25 de septiembre. Se evaluaron *Cenchrus ciliaris* L. (Buffel), cv. Común y *Chloris gayana* Kunth (Rhodes), cv. Bell; y dos especies nativas: Navajita *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths y Banderita *B. curtipendula* (Michx.) Torr. Se determinó viabilidad y germinación en carióspsides experimentales (Cuadro 1), se sembró en base a semilla pura germinable (SPG) obteniendo cinco plántulas por maceta. Se evaluaron tres macetas por tratamiento y fecha de corte, totalizando 144 (18 macetas para dos tamaños de semilla y cuatro especies). El suelo se desinfectó en autoclave, se regó cada 72 horas y no se fertilizó. En cada muestreo destructivo, se lavó la planta con agua corriente y se separó en hoja, tallo, raíz, material muerto y espiga, se secaron en estufa de aire forzado a 55°C por 48h y pesaron en báscula analítica Scientech 120 ±0.001 g. Se determinó relación parte aérea:raíz (mg de MS raíz⁻¹). La información se analizó con un diseño Completamente al Azar en arreglo factorial 4 x 2 y Tukey (P< 0.05; SAS, 1990). La temperatura y humedad se registraron.

Resultados y Discusión

Biomasa de hoja. Los carióspsides experimentales base de Buffel mostraron latencia para **CG** y **CCh**, contrariamente a Rhodes y especies nativas, indicativo de presencia de latencia por brácteas accesorias y embrión (P<0.05; Cuadro 1). Se observó diferencia significativa dentro y entre fechas de muestreo (P<0.05; Fig. 1). Las africanas produjeron mayor cantidad de hoja (P<0.05) y las nativas nunca las superaron. El **TC** influyó el desarrollo de Rhodes hasta 40dds; a 60dds, se invirtió y el **CCh** superó la MS de hoja de plántulas de **CG**, efecto observado en Buffel a partir de 100 dds. En especies nativas, el **TC** influyó marcadamente el desarrollo (P<0.05) y la semilla clasificada puede ser un factor de éxito en éstas. Rhodes fue diferente al resto, superando en varias magnitudes de producción de MS de hoja a Banderita (4), Navajita (7) y Buffel (2), a 120dds (P<0.05; Cuadro 2), indicativo de su independencia del tamaño de carióspside y dependencia de las otras; al menos, para los días críticos de desarrollo inicial. Al considerar únicamente **TC**, se observaron diferencias entre fechas (P<0.01; Cuadro 3). Plantas originadas de **CG** mostraron mayor producción de MS de hoja, en comparación con las de **CGh**, únicamente de 20 a 60 dds (P>0.05), debido a la influencia de mayor producción de hoja de plantas originadas de **CCh** de especies africanas, sobre el resto de especies. Las especies africanas mostraron diferencias (P<0.01) para MS de hoja durante el periodo de evaluación. La producción de hoja, al utilizar **CG** de Banderita, superó a la de **CCh** de Banderita y a la de ambos tamaños de Navajita (P<0.01), con 1.6, 2.2 y 3 magnitudes, respectivamente. **Proporción parte aérea:raíz.** A lo largo del periodo de evaluación, la menor similitud entre desarrollo de la parte aérea: raíz se observó para Navajita con **CCh** (P<0.01), seguido de Rhodes-**CCh** y Buffel-

CCh, mientras que los otros tratamientos fueron iguales ($P>0.05$), mostrando relación similar. Banderita tuvo desarrollo similar parte aérea:raíz, sin importar tamaño de cariósido. Hubo diferencia para fecha a 60, 100 y 120dds, observándose tendencia a menor proporción parte aérea:raíz para nativas. Para Banderita y fechas, solo 100dds, el valor de la proporción parte aérea:raíz para **CG**, fue mayor respecto a la observada en chico ($P>0.05$).

Cuadro 1. Características fisiológicas de cuatro especies de semillas forrajeras, clasificadas en dos tamaños de cariósido, en semilla base.

Tratamiento	Especie	Tamaño de cariósido	Viabilidad (%)	Germinación (%)	Cariósidos por maceta
1	Navajita	Grande	84 ^b	84 ^b	6
2		Chica	37 ^e	35 ^d	14
3	Banderita	Grande	97 ^a	96 ^a	5
4		Chica	66 ^c	63 ^c	8
5	Buffel	grande	90 ^b	36 ^d	14
6		Chica	44 ^d	13 ^e	38
7	Rhodes	grande	91 ^{ab}	83 ^b	6
8		Chica	38 ^{de}	35 ^d	14
Diferencia Mínima Significativa honesta		6.77	6.5		

***= $P<0.001$. Literales iguales en columnas, son estadísticamente iguales ($P>0.05$).

Cuadro 2. Materia seca de hoja (mg de MS planta⁻¹) para cuatro especies, evaluadas a diferentes días después de siembra.

Especie	Muestreo (días después de la siembra)						Periodo total
	20	40	60	80	100	120	
Rhodes	35 ^a	565 ^a	1897 ^a	3750 ^a	3304 ^a	2869 ^a	2070 ^a
Buffel	22 ^b	240 ^b	829 ^b	2040 ^b	1534 ^b	1250 ^b	986 ^b
Banderita	5 ^c	42 ^c	115 ^c	665 ^c	567 ^{bc}	706 ^c	350 ^c
Navajita	1 ^c	10 ^c	97 ^c	184 ^c	259 ^c	338 ^c	148 ^c
DMSH	9***	94***	346***	850***	995**	487***	282***
Significancia	***	***	***	***	**	***	***

** $P<0.01$; *** $P<0.001$; NS = diferencias no significativas; DMSH. Diferencia Mínima Significativa Honesta; Literales iguales por columna, son iguales ($P>0.05$)

Biomasa de raíz. Para Rhodes y Banderita, después de 100 dds, el **TC** dejó de influenciar el desarrollo radical; en Buffel y Navajita, éste determinó el tamaño de raíz para todo el estudio. A 60dds, el uso de **CG** sobre el desarrollo de raíz fue significativo para todas las especies (Cuadro 4; Cuadro 5). Las especies africanas superaron a las nativas ($P<0.01$; Cuadro 6); el **CG** resulta en mayor raíz durante este periodo clave, especialmente en nativas (Cuadro 5; Cuadro 6). Al comparar **TC** y origen (Cuadro 4) no se observó interacción después de 20dds. En ningún momento y para **CG** ó **CCh**, las nativas superaron a las africanas en desarrollo radical (Cuadro 6). Entre africanas éste no mostró diferencia ($P>0.05$); sin embargo, Buffel con **CG** tuvo mayor biomasa de raíz. En Rhodes, el **TC** fue importante hasta 100dds; en Buffel, hasta 120dds ($P<0.05$). Considerando origen, 40dds, el **CG** en Buffel influyó la producción de MS de raíz. A 60dds, éstas se mantuvieron sólo entre Rhodes sembrado con **CG** y Buffel con **CCh** ($P<0.05$) y desaparecieron a 100 y 120dds ($P>0.05$). Para nativas, a 20 dds, la MS de raíz fue mayor en 1.5 a 1 para **CG** respecto al **CCh** (Cuadro 6). La MS de raíz mostró relación 3.8 a 1 en Banderita

40dds; Navajita mostró relación 3:1 entre **CG** y **CCh**, respectivamente. Estas diferencias se mantuvieron a 60dds, reduciéndose 80dds, hasta ser similares en Banderita y solo de 2:1 en Navajita con **CG** y **CCh**, respectivamente. Dentro de nativas, Banderita con **CG** produjo mayor MS que los otros tres tratamientos, similar a Banderita **CCh** ($P>0.05$) y diferente a ambos tamaños en Navajita ($P<0.01$). Navajita entre TC ($P>0.05$). Sólo a 40dds hubo interacción ($P<0.05$), cuando la MS de raíz de Navajita con **CG** fue mayor Banderita **CCh**.

Cuadro 3. Producción de Materia Seca de Hoja (mg planta^{-1}) de cuatro especies de pastos, sembrados con dos tamaños de cariósido.

Tamaño	Muestreo (días después de la siembra)						Promedio
	20	40	60	80	100	120	
CG	26 ^a	237 ^a	686 ^a	1699 ^a	1477 ^a	1403 ^a	921 ^a
Cch	6 ^b	191 ^a	782 ^a	1620 ^a	1355 ^a	1179 ^a	856 ^a
DMSH	4.83	50	186	456	534	261	171
Significancia	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS

*** $P<0.001$; NS = sin diferencias ($P>0.05$). DMSH = Diferencia Mínima Significativa Honesta. Literales iguales en columna son iguales ($P>0.05$).

Cuadro 4. Materia seca de hoja (mg planta^{-1}), para tamaño de cariósido y origen, en plantas evaluadas a 120 dds

Tamaño	Origen	Muestreo (días después de la siembra)						Promedio
		20	40	60	80	100	120	
CG	África	47 ^a	438 ^a	1200 ^a	2945 ^a	2436 ^a	2171 ^a	1540 ^a
Cch	África	10 ^b	366 ^a	1525 ^a	2844 ^a	2402 ^a	1949 ^a	1516 ^a
CG	América	4.6 ^b	35 ^b	172 ^b	452 ^b	518 ^b	635 ^b	303 ^b
Cch	América	1.6 ^b	16 ^b	40 ^b	396 ^b	308 ^b	409 ^b	195 ^b
DMSH		9	94	346	850	995	486	180
Significancia		***	***	***	***	***	**	***
Interacción T x O		***	NS	NS	NS	NS	NS	NS

** $P<0.01$; Literales iguales en columna indican medias iguales; TxO = Tamaño x origen.

Cuadro 5. Materia seca (mg planta^{-1}) de raíz para cuatro especies de gramíneas y dos tamaños de cariósido, evaluadas hasta los 120 días después de la siembra.

Tamaño	20	40	60	80	100	120	Promedio
CG	9.2 ^a	138 ^a	443 ^a	921 ^a	1092 ^a	1575 ^a	a
Cch	2.0 ^b	83 ^b	276 ^b	863 ^a	1076 ^a	1231 ^b	a
DMSH	2	39	112	206	306	248	122
Significancia	***	**	**	NS	NS	**	NS

** $P<0.01$; *** $P<0.001$; NS = no diferencias ($P>0.05$); DMSH, Diferencia Mínima Significativa Honesta; Literales iguales en columna indican promedios iguales ($P>0.05$)

Conclusiones

Cariópsides grandes mostraron mejor desarrollo en nativas. Raíz y hoja de plántulas de cariósides mostraron mejor desarrollo. Su uso puede influir en el establecimiento de praderas.

Cuadro 6. Materia seca de raíz (mg planta⁻¹), en especies nativas ó africanas, utilizando dos tamaños de cariósides.

Tamaño de cariósides	Origen	Muestreo (días después de la siembra)						Promedio
		20	40	60	80	100	120	
Grande	África	16.9 ^a	264 ^a	807 ^a	1670 ^a	1946 ^a	2617 ^a	1220 ^a
Chico	África	3.0 ^a	163 ^a	532 ^a	1581 ^a	1941 ^a	2209 ^a	1071 ^a
Grande	América	0.75 ^b	6.28 ^b	40 ^b	86 ^b	119 ^b	266 ^b	172 ^b
Chico	América	0.47 ^b	1.86 ^b	10 ^b	73 ^b	106 ^b	127 ^b	106 ^b
	DMS _h	2.2	41	112	225	308	250	122
	Significancia	***	***	***	***	***	***	***
	Interacción T x O	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS

***P<0.001; NS = no hay diferencias (P>0.05); DMS_h = Diferencia mínima significativa honesta. TxO= Tamaño por origen. Letras en minúscula corresponden a columna y mayúsculas a hileras. Letras iguales en cada columna indican promedios iguales (P>0.05).

Agradecimientos. Se reconoce al Fideicomiso de Investigación Colegio de Postgraduados, Línea Prioritaria de Investigación 16: Innovación Tecnológica, por su valioso apoyo en el desarrollo del presente trabajo.

Literatura Citada

- Kawade, RM, SD Ugale, and RB Patil. 1987. Effect of seed size on germination, seedling vigor, and test weight of pearl millet. *Seed Res.* 15:210–213.
- Kneebond WR and CL Cremer. 1955. The relationship of seed size to seedling vigor in some native grass species. *Agron. J.* 47: 472–477.
- Larsen, SU and C Andreassen. 2004. Light and heavy seeds differing germination percentage and mean germination thermal time. *Crop Sci.* 44:1710–1720.
- López-Castañeda C, RA Richards, GD Farquar, and RE Williamson. 1995. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor in early vigor among temperate cereals. *Crop Sci.* 36 (5): 1257-1266.
- Metz J, P Liancourt, J Kigel, D Harel, M Sternberg, and K Tielborger. 2010. Plant survival in relation to seed size along environmental gradients: a long-term study from semi-arid and Mediterranean annual plant communities. *J of Ecology.* 98, 697–704.
- Ortiz, SC. 1997. Colección de Monolitos. Depto. Génesis de Suelos. Edafología, IRENAT. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. México. 17 p.
- Perry, DA. 1980. Seed vigour and seedling establishment. *Adv. Res. Tech. Seeds* 5:25–40.
- Reich PB, Walters MB, and Ellsworth DS. 1992. Leaf lifespan in relation to leaf, plant and stand characteristics among diverse ecosystems. *Ecol. Monogr.* 62: 365-392.
- SAS, 1999. User's guide. *Statiscs*, version 8. Sixth edition. SAS inc. Cary, North Carolina, USA. 902p.
- Willenborg CJ, Wildeman JC, Miller AK, Rossnaged BG, Shirtliffe SJ (2005). Oat germination Characteristics Differ among Genotypes, Seed Sizes, and Osmotic Potentials. *Crop Sci.*, 45: 2023-2029
- Yari L, M Aghaalikhani, and F Khazaei. 2010. Effect of Seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *ARN J of Agric. and Biol. Sci.* 5(1): 1-6.

CALIDAD FORRAJERA E INDUSTRIAL DE VARIEDADES DE SORGO CULTIVADAS EN DURANGO, MÉXICO

FORAGE AND INDUSTRIAL QUALITY OF SORGHUM CULTIVARS GROWN IN DURANGO, MEXICO

Rigoberto Rosales¹, Octavio G. Núñez¹, Cinthya A. Nava¹, Rafael Jiménez^{1*}, Evenor I. Cuéllar¹,
Esperanza Herrera² y José F. Mercado¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP. km 4.5 Carretera
Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. Tel. 618-8260426, ext. 204.

*jimenez.rafael@inifap.gob.mx

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UJED Carretera al Mezquital km 11.5 Durango, Dgo.

Resumen

Las variedades de sorgo dulce cultivadas en Durango pueden utilizarse para alimentar ganado bovino productor de carne y leche. El objetivo fue evaluar variedades de sorgo cultivadas en Durango, con base en su rendimiento forrajero, calidad nutricional y posibilidades de uso en la industria de los biocombustibles. En 2010 se sembraron ocho variedades e híbridos de sorgo y se evaluó el número de días a floración, rendimiento de forraje, producción de jugo, grados Brix ($^{\circ}\text{Bx}$), características nutricionales y digestibilidad. El híbrido Triunfo mostró precocidad a floración (aparición de la espiga), con 78 días después de la siembra. Con respecto a la producción de forraje fresco, la mayoría de las variedades resultaron estadísticamente similares ($75.1\text{-}85.6\text{ t ha}^{-1}$) y superaron significativamente al híbrido Triunfo (51.8 t ha^{-1}). El rendimiento de jugo fue significativamente mayor en las variedades TOM 4 ($26,104\text{ L ha}^{-1}$), TOM 2 ($24,514\text{ L ha}^{-1}$), Lico ($23,353\text{ L ha}^{-1}$) y TOM 3 ($22,516\text{ L ha}^{-1}$). Se encontraron diferencias altamente significativas ($p<0.01$) para los $^{\circ}\text{Bx}$ y las variedades TOM 3 ($10.9\text{ }^{\circ}\text{Bx}$), TOM 1 ($10.6\text{ }^{\circ}\text{Bx}$) y TOM 2 ($10.2\text{ }^{\circ}\text{Bx}$) resultaron estadísticamente superiores. Se observaron fluctuaciones significativas ($p<0.05$) entre variedades para el contenido de proteína ($3.4\text{-}7.3\%$); grasa ($0.5\text{-}0.9\%$), fibra ($27.0\text{-}34.1\%$) y extracto libre de nitrógeno ($49.8\text{-}56.5\%$). La digestibilidad verdadera *in vitro* fue significativamente mayor ($p<0.05$) en las variedades locales TOM 2 (49.1%), TOM 3 (48.4%) y el híbrido comercial Triunfo (47.1%). La variedad TOM 3 sobresalió por su alto rendimiento de forraje y jugo, grados Brix, contenido nutricional y digestibilidad. Esta variedad mostró valores bajos para FDN (61.9%), FDA (36.0%), hemicelulosa (26.0%), celulosa (27.4%) y lignina (6.2%), lo cual favoreció su calidad forrajera. Algunas, variedades de sorgo colectadas en Durango pueden utilizarse en la producción de forraje de calidad y jugo para la producción de etanol, con lo cual se incrementará la competitividad de los productores agropecuarios.

Palabras clave: Sorgo, forraje, calidad nutricional, etanol.

Abstract

The varieties of sweet sorghum cultivated in Durango, can be use to feed bovine cattle wich produces meat and milk. The objective to evaluate these varieties, based on forage yield, nutritional qualities and possibilities to use in the biofuels industry. In 2010 eight varieties and

hybrid sorghum were planted and they were evaluated by the days of flowering, yield forage, juice production, Brix grades, nutritional characteristics and digestibility. The Triunfo hybrid showed prematurity to flowering (appearing of ear), whit 78 days after the plantation. About the yield fresh forage, the majority of the varieties showed out similar (75.1-85.6 t ha⁻¹) statistic and they pass significantly the hybrid Triunfo (51.8 t ha⁻¹). The juice performance was significantly bigger in the TOM4 varieties (26,104 L ha⁻¹), TOM 2 (24,514 L ha⁻¹), Lico (23,353 L ha⁻¹) y TOM 3 (22,516 L ha⁻¹). It found significantly higher differences ($p<0.01$) to the Brix grades and the TOM 3 (10.9 °Bx), TOM 1 (10.6 °Bx) y TOM 2 (10.2 °Bx) varieties statistically superior. It observed the significantly fluctuations ($p<0.05$) between the varieties to the protein content (3.4-7.3 %); fat (0.5-0.9 %), fiber (27.0-34.1 %) y free nitrogen extract (49.8-56.5 %). The real digestibility *in vitro* were significantly bigger ($p<0.05$) in the local varieties TOM 2 (49.1 %), TOM 3 (48.4 %) and the commercial hybrid Triunfo (47.1 %). The TOM3 variety stand out by its high forage performance, juice and Brix grades, nutritional content and digestibility. This variety showed low values to NDF (61.9 %), ADF (36.0 %), hemicellulose (26.0 %), cellulose (27.4 %) y lignin (6.2 %), advantaged its forage quality. Some sorghum varieties collected in Durango, can be use in the forage quality production and juice to ethanol production, giving as result the increase of the competitiveness of agricultural producers.

Key words: Sorghum, forage, nutritional quality, ethanol.

Introducción

En 2010, se sembraron en Durango cerca de 26 mil hectáreas con sorgo forrajero (SIAP, 2012), el cual fue utilizado principalmente como alimento para ganado bovino. El sorgo tiene potencial para producir altas cantidades de forraje, reducir costos de alimentación y con ello, incrementar la competitividad de los productores agropecuarios de Durango. En esta entidad, se cultivan diferentes subespecies y variedades de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*; *x drummondii*; *x alnum*) que son utilizadas principalmente como forraje verde y ensilado. Algunas variedades de sorgo dulce, conocidas localmente como cañas, muestran alto contenido de sacarosa y pueden tener utilidad para producir forraje, grano y jugo para la elaboración de etanol (Rosales *et al.*, 2010).

Entre los años de 2007 y 2010 se seleccionaron variedades de sorgo dulce adaptadas en Durango y se obtuvieron las variedades TOM 1, TOM 2, TOM 3, TOM 4, Mercedes y Lico. Algunas de estas variedades (TOM 3 y Lico) han superado a híbridos comerciales en la producción de forraje, por lo que serán evaluadas en cuanto a su calidad y digestibilidad alimenticia. Otras variedades (Mercedes y TOM 1) muestran precocidad y alta proporción espiga-grano. La medición del contenido fibroso en los forrajes se realiza mediante la determinación de la fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA). La fibra en detergente neutro representa las paredes celulares de las plantas forrajeras, las cuales son parcialmente digestibles en los animales (Undersander, 2011). La FDN está relacionada de manera inversa con la aceptabilidad del forraje; es decir, a mayor FDN menor será la aceptabilidad y consumo de los forrajes por el ganado (Newman *et al.*, 2006; Undersander, 2011).

Por su parte, la FDA es considerada como el indicador más preciso de la digestibilidad de los forrajes. La FDA es moderadamente indigestible y contiene celulosa, lignina y silicio, pero carece de hemicelulosa. Se han observado valores de digestibilidad de 3 %, en grano de maíz, hasta 50 % en paja de pastos cortados durante la época cálida del año (Newman *et al.*, 2006). En algunos casos se tienen dificultades para la caracterización de los forrajes con base en los valores

de FDA y en esos casos la FDN puede mostrar el valor alimenticio del forraje de manera más precisa (Merstens, 2000). En algunos casos es necesario realizar estudios de digestibilidad del forraje para estudiar integralmente la calidad nutritiva de los alimentos y diferentes raciones.

En Durango, la selección de variedades de sorgo se realizará con base en el alto rendimiento de forraje, obtenido con menor gasto de recursos y agua. Además, los forrajes deben mostrar bajo contenido de FDN y FDA; así como alta digestibilidad y aporte de nutrientes para satisfacer los requerimientos del ganado bovino. En la industria de los biocombustibles se buscan valores altos de rendimiento de jugo, grados Brix y eficiencia en la conversión de sacarosa a etanol. El objetivo fue evaluar variedades de sorgo cultivadas en Durango, México con base en su rendimiento de forraje, calidad nutricional y posibilidades de uso en la industria de los biocombustibles.

Materiales y Métodos

Se sembraron ocho variedades de sorgo dulce y forrajero en el ciclo primavera-verano 2010 en el INIFAP-Durango. La siembra se realizó el 25 de mayo, en una franja de nueve surcos con 50 m de longitud por variedad, 0.81 m de separación entre surcos y una densidad de siembra de 6 plantas por metro lineal. Se aplicó un riego de pre-siembra y dos de auxilio, para complementar la precipitación acumulada entre mayo-octubre (563 mm). Se fertilizó con la dosis 35-50-00 durante la siembra y 150 kg de urea (60-00-00) por hectárea, antes de la aparición de la panícula (56 días después de la siembra; DDS). Se realizaron dos aplicaciones de Lorsban® para el control del gusano cogollero, a los 17 DDS y 52 DDS.

Para determinar el rendimiento de forraje se tomaron cinco muestras de dos surcos de 3 m, por variedad. El muestreo de forraje y producción de jugo se realizó entre 17 y 20 días después de la aparición de la panícula, en cada una de las variedades. En la evaluación del rendimiento de jugo, se cosecharon dos surcos apareados, de un metro de longitud, con cinco repeticiones de cada variedad. Los tallos se cortaron desde la superficie del suelo; se eliminaron panículas, láminas foliares, vainas y epidermis, para luego obtener el jugo de los tejidos internos del entrenudo con un extractor eléctrico (Turmix®). Se midió la cantidad de jugo obtenido, con una probeta graduada y se determinó la cantidad de °Bx con el refractómetro (ALLA France®). Luego de la determinación del rendimiento de forraje verde las muestras se secaron en una estufa de aire forzado a 60 °C y se molieron en un molino Wiley® (Thomas-Wiley Miller Lab, Modelo 4) con malla de 1 mm, para su uso en el análisis químico proximal, estudio de digestibilidad y evaluación del contenido de fibras.

El análisis químico proximal se realizó de acuerdo con las recomendaciones de la AOAC (1990), e incluyó: proteína, grasa (extracto etéreo), fibra y extracto libre de nitrógeno (carbohidratos solubles), calculados en base seca. La digestibilidad verdadera *in vitro* (DIVIVMS) se realizó mediante el protocolo de uso del aparato DAISY^{II}® (AnkomTechnology, Macedon, NY USA). Se utilizaron bolsas ANKOM® (FN 57) y líquido ruminal de dos bovinos hembra fistuladas de rumen (700 kg), los cuales habían sido alimentados con pradera irrigada de *Lolium perenne*, alfalfa y trébol. Se utilizó la ecuación DIVIVMS (% materia seca) = $((100 - (P_3 - (P_1 \times C_1)) / (P_2 \times MS)) \times 100)$ donde P_1 = peso de bolsa, P_2 = peso de muestra, P_3 = peso final de la bolsa después del procedimiento de digestión *in vitro* y lavado en detergente neutro y C_1 = corrección con base en el tratamiento en blanco. La FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa y lignina fueron determinadas mediante el método descrito por Goering y Van Soest (1970).

El análisis de varianza para la producción de forraje, rendimiento de jugo y cantidad de °Brix se realizó en un diseño en bloques completos al azar, con ocho tratamientos y cinco repeticiones. En el caso del análisis químico proximal y digestibilidad verdadera *in vitro* se utilizaron cuatro de las cinco repeticiones obtenidas en el campo. Para la determinación de FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa y lignina se utilizaron dos repeticiones por variedad. La comparación de medias se realizó mediante el uso de la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) con un nivel de $\alpha = 0.05$.

Resultados y Discusión

El número de días a corte fluctuó entre 100 (Triunfo y Mercedes) y 112 días (TOM 3 y TOM 4) (Cuadro 1). Se observaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre variedades para todas las variables relacionadas con la producción de forraje y jugo; así como para el contenido de °Bx, nutrientes, digestibilidad y fibras. La producción de forraje verde fue estadísticamente similar en la mayoría de las variedades de sorgo evaluadas, con valores entre 75.1 (TOM 2) y 85.6 t ha⁻¹ (TOM 3), los cuales resultaron significativamente superiores al híbrido Triunfo (51.8 t ha⁻¹). Los rendimientos obtenidos en Durango fueron inferiores al registrado con la variedad Fortuna en Tamaulipas, la cual alcanzó una producción forrajera de 99 t ha⁻¹ (Montes *et al.*, 2010) y en algunos casos fueron altos comparados con el promedio reportado en otros estudios (66.5 t ha⁻¹) (Almodares *et al.*, 2009).

Cuadro 1. Características de ocho variedades e híbridos de sorgo cultivados durante 2010 en Durango, México.

Variedad	Días a Corte	Forraje t ha ⁻¹	Jugo L ha ⁻¹	°Brix	P* (%)	G (%)	F (%)	ELN (%)	DIVMS (%)
TOM1	108	77.7 ^a	19,428 ^{bc}	10.6 ^{ab}	3.4 ^e	0.6 ^{bc}	31.1 ^b	56.5 ^a	45.0 ^{bc}
TOM2	111	75.1 ^a	24,514 ^a	10.2 ^{ab}	6.0 ^{cd}	0.8 ^{ab}	28.8 ^{bc}	55.8 ^{ab}	49.1 ^a
TOM3	112	85.6 ^a	22,516 ^{ab}	10.9 ^a	7.0 ^a	0.8 ^{ab}	27.0 ^c	56.2 ^{ab}	48.4 ^{ab}
TOM4	112	78.8 ^a	26,104 ^a	9.7 ^b	6.8 ^{ab}	0.8 ^{ab}	34.1 ^a	49.8 ^c	44.1 ^c
Mercedes	100	80.8 ^a	17,863 ^c	7.5 ^d	6.1 ^{bcd}	0.9 ^a	31.5 ^{ab}	53.6 ^b	43.4 ^c
Pampa	108	81.2 ^a	16,701 ^c	7.6 ^d	5.6 ^d	0.5 ^c	31.2 ^b	53.4 ^b	39.2 ^d
Triunfo	100	51.8 ^b	7,988 ^d	8.6 ^c	7.3 ^a	0.8 ^{ab}	31.6 ^{ab}	49.9 ^c	47.1 ^{abc}
Lico	104	85.1 ^a	23,353 ^{ab}	8.2 ^{cd}	6.7 ^{abc}	0.5 ^c	29.1 ^{bc}	55.5 ^{ab}	48.1 ^a
Promedio	107	77.0	19,808	9.2	6.1	0.7	30.6	53.8	45.5
**DMS _{0.05}		11.4	4,282	0.9	0.8	0.2	2.9	3.0	2.9
CV (%)		11.5	16.7	7.9	8.5	22.2	6.4	3.7	4.9

*P= proteína, G= grasa, F= fibra, ELN= extracto libre de nitrógeno, DIV= Digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia seca; **DMS= Diferencia Mínima Significativa $\alpha = 0.05$; CV= Coeficiente de variación. ^{a-d}Literales diferentes en la misma columna expresan diferencias significativas ($p < 0.05$).

El rendimiento de jugo fue significativamente superior en las variedades TOM 4 (26,104 L ha⁻¹), TOM 2 (24,514 L ha⁻¹), Lico (23,353 L ha⁻¹) y TOM 3 (22,516 L ha⁻¹). Las variedades TOM 3 (10.9 °Bx), TOM 1 (10.6 °Bx) y TOM 2 (10.2 °Bx) mostraron valores significativamente superiores de grados Brix en el jugo comparados con el resto del germoplasma evaluado. Los resultados para el contenido de sacarosa (°Bx) fueron bajos y difieren de los obtenidos en 2009 (Rosales *et al.*, 2010), donde se observaron valores entre 12.7 y 17.7 °Bx con germoplasma de sorgo colectado en Durango. Lo anterior, debido a las diferencias en la fecha de corte, lo cual hace necesario establecer la etapa óptima para el corte de cada variedad de sorgo dulce con base en la cantidad de jugo y cantidad de grados Brix.

El contenido de proteína fue significativamente mayor en el híbrido Triunfo (7.3 %) y las variedades TOM 3 (7.0 %), TOM 4 (6.8 %) y Lico (6.7 %); mientras que el valor más bajo se registró en la variedad TOM 1 (3.4 %). Los valores de proteína fueron similares a los obtenidos (4.3 % y 8.0 %), en estudios con fertilización nitrogenada (Almodares *et al.*, 2009) y bajos en comparación con los reportados en otros trabajos con sorgo (9-10.2 %) (Mohammed y Mohamed, 2009; Colombini *et al.*, 2010). Por su parte, el contenido de grasa fue bajo en el germoplasma de sorgo evaluado con valores que fluctuaron entre 0.5 y 0.9 %, en comparación con los valores de 2.8 % reportados (Colombini *et al.*, 2010).

La proporción de fibra fue mayor en la variedad TOM 4 con 34.1 %, la cual resultó similar a la variedad Mercedes (31.5 %) y Triunfo (31.6 %). En otros estudios se ha reportado contenido de fibra entre 32 y 36 % (Almodares *et al.*, 2009), por lo cual los valores registrados en TOM 3 (27.0 %), TOM 2 (28.8 %) y Lico (29.1 %) pueden considerarse como bajos. Lo anterior, se debió a que las variedades locales pertenecen a la clase local, conocida como cañas, en las que se ha practicado selección con base en la suavidad para la masticación del tejido interno del entrenudo durante el consumo humano y esto redujo el contenido de fibra. El extracto libre de nitrógeno (carbohidratos solubles) fue significativamente mayor en TOM 1 (56.5 %), TOM 3 (56.2 %), TOM 2 (55.8 %) y Lico (55.5 %) y mostró fluctuaciones entre 49.8 % en TOM 4 y 56.5 % en la variedad TOM 1. Los resultados obtenidos mostraron ligeras diferencias con lo reportado en otros estudios con híbridos de sorgo, en los que se observaron valores de 53 a 54 % (Hammad *et al.*, 2005).

Cuadro 2. Características de variedades de sorgo cultivadas durante 2010 en Durango, México.

Variedad	FDN* (%)	FDA (%)	Hemicelulosa (%)	Celulosa (%)	Lignina (%)
TOM1	65.1 ^b	38.9 ^d	26.2 ^{bcd}	32.7 ^{ab}	6.7 ^{ab}
TOM2	62.6 ^b	37.7 ^{de}	25.0 ^{cd}	31.9 ^{abc}	5.7 ^d
TOM3	61.9 ^b	36.0 ^e	26.0 ^{bcd}	27.4 ^{cd}	6.2 ^{bcd}
TOM4	62.8 ^b	36.9 ^{de}	25.9 ^{bcd}	26.1 ^d	5.3 ^d
Mercedes	71.0 ^a	43.0 ^{ab}	27.9 ^b	35.0 ^{ab}	6.6 ^{abc}
Pampa	72.2 ^a	45.3 ^a	27.0 ^{bc}	36.6 ^a	7.3 ^a
Triunfo	72.4 ^a	41.5 ^{bc}	31.0 ^a	33.6 ^{ab}	5.8 ^{cd}
Lico	63.3 ^b	39.1 ^{cd}	24.3 ^d	31.4 ^{bc}	5.5 ^d
Promedio	66.4	39.8	26.6	31.8	6.1
**DMS _{0.05}	3.2	2.5	2.2	5.1	0.9
CV (%)	2.0	2.7	3.6	6.8	6.0

*FDN= fibra en detergente neutro, FDA= fibra en detergente ácido; **DMS= Diferencia Mínima Significativa $\alpha = 0.05$; CV= Coeficiente de variación. ^{a-e} Literales diferentes en la misma columna expresan diferencias significativas ($p < 0.05$).

Se observaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) para la DIVIVMS. Los valores significativamente más altos de la DIVIVMS se registraron en las variedades TOM 2 (49.1 %), TOM 3 (48.4 %), Lico (48.1 %) y Triunfo (47.1 %). Los valores de la digestibilidad fueron similares a los obtenidos en otros estudios con sorgo forrajero, en los que se observaron valores entre 39.3-53.9 % (Espinoza *et al.*, 1992). Se detectaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre variedades para el contenido de FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa y lignina (Cuadro 2). Los híbridos Triunfo (72.4 %), Pampa Verde Pacas (72.2 %) y la variedad Mercedes (71.0 %) mostraron los valores más altos de FDN. Esta característica los hace menos atractivos para su uso forrajero debido a que un alto contenido de FDN demerita su preferencia para el ganado. El híbrido Pampa Verde Pacas mostró también un valor alto de FDA (45.3 %), celulosa

(36.6 %) y lignina (7.3 %), lo cual corroboró la deficiente digestibilidad del forraje producido por este híbrido. El híbrido Triunfo mostró el valor más alto de hemicelulosa (31.0 %), lo cual demuestra que a pesar de contar con un valor alto de FDN la mayor proporción de ésta es potencialmente degradable en el rumen de los bovinos. Sobresalió la variedad TOM 3, la cual mostró valores bajos de FDN, FDA, celulosa y lignina. Con ello, se puede seleccionar esta variedad por su alta producción de forraje, jugo, °Bx, contenido de nutrientes, digestibilidad y calidad forrajera.

Conclusiones

Se identificó la variedad de sorgo dulce TOM 3 adaptada en Durango, la cual mostró alto rendimiento y calidad de forraje; así como valores altos para la producción de jugo y concentración de grados Brix para la industria de los biocombustibles. Sobresalieron también las variedades Mercedes (por su precocidad) y Lico, esta última por la combinación de atributos, que incluyeron valores altos de grados Brix del jugo, calidad nutricional; así como por su bajo contenido de fibra del forraje. Las variedades seleccionadas en este trabajo contribuirán al incremento de la producción de alimentos para ganado bovino y en la generación de materias primas para la industria de los biocombustibles.

Literatura Citada

- Almodares, A.; M. Jafarinia; M. R. Hadi. 2009. The effects of nitrogen fertilizer on chemical composition in corn and sweet sorghum. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 6: 441-446.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. *Official methods of analysis*. 15 th. ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- Colombini, S.; L. Rapetti; D. Colombo; G. Galassi; G. M. Crovetto. 2010. Brown midrib (BMR) forage sorghum silage for the dairy cow: nutritive value and comparison with corn silage in the diet. *Italian Journal of Animal Science* 9: 273-277.
- Espinoza, F. M.; P. M. Argenti de E.; J. L. Gil G.; E. Perdomo; L. León. 1992. Rendimiento y calidad nutritiva de cuatro híbridos y una variedad de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* Pers.) bajo riego complementario. *Zootecnia Tropical* 10: 171-188.
- Goering HK, Van Soest PJ. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Handbook No. 379*. Washington, DC USDA-ARS Agriculture; 1970.
- Hammad N. T., M.; H. Ahmad S.; I. Ahmad K. 2005. Genetic potential of high forage yielding sorghum x sudangrass hybrids for resistance to stem borer (*Chilo partellus*) and shoot fly (*Atherigona soccata*). *Pak. Entomol.* 27: 57-62.
- Montes G., N.; V. Pecina Q.; M. E. Cisneros L.; M. A. García G. 2010. RB Cañero: sorgo dulce [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] para la producción de etanol. Folleto Técnico Núm. 43. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental Río Bravo. Tamaulipas, México. 31 p.
- Mohammed, M. I.; M. A. Mohamed. 2009. Evaluation of newly developed sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) genotypes for some forage attributes. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 6: 434-440.
- Merstens, D. R. 2000. Interpretation of forage analysis reports. USDA-Agricultural Research Service. Madison, WI. USA. 14 p.
- Newman, Y. C.; B. Lambert; J. P. Muir. 2006. Defining forage quality. Nutritive value of Southern Forages. Texas Cooperative Extension. The Texas A&M University System. Texas, USA. 13 p.
- Rosales S., R.; O. G. Núñez M.; C. A. Nava B.; G. Acosta L.; R. Jiménez O.; E. I. Cuéllar R. 2010. Rendimiento forrajero y contenido de sacarosa en variedades de sorgo cultivadas en Durango, México. Memoria de la XXII Semana Internacional de la Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México. p. 533-538.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2012. <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado el 15 de julio de 2012.

RENDIMIENTO Y CALIDAD FORRAJERA DE ESPECIES VEGETALES CULTIVADAS EN DURANGO, MÉXICO

FORAGE YIELD AND QUALITY OF PLANT CROPS GROWN IN DURANGO, MÉXICO

Octavio G. Núñez¹, Rigoberto Rosales¹, Rafael Jiménez^{1*} y Adriana Nava¹.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP-Durango. km 4.5
Carretera Durango-El Mezquital. C.P. 34170. Durango, Dgo., México. Tel. 618-8260426

*jimenez.rafael@inifap.gob.mx

Resumen

En Durango se cultivan diferentes especies que pueden utilizarse para abastecer las necesidades de forraje y suplementos alimenticios para el ganado bovino. El objetivo fue evaluar el rendimiento y calidad forrajera de diferentes especies vegetales cultivadas en Durango. En 2010 se sembró un experimento en un diseño en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Se aplicó un riego de pre-siembra y dos de auxilio, se fertilizó durante la siembra (35-50-00) y se evaluó el número de días a corte, producción de forraje verde y henificado, contenido de nutrientes, digestibilidad verdadera *in vitro*, FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa y lignina. Las especies más precoces a corte fueron avena y triticale, con 66 días después de la siembra (DDS); mientras que la más tardía fue maíz con 110 DDS. El análisis de varianza registró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre especies para el rendimiento de forraje, digestibilidad, contenido de nutrientes, y cantidad de fibra. La producción mayor de forraje verde se registró en girasol (85.9 t ha⁻¹) y sorgo dulce Lico (79.7 t ha⁻¹). El maíz resultó significativamente superior en rendimiento de forraje henificado (20.9 t ha⁻¹); frijol en proteína (12.2 %); girasol (2 %) y triticale (2 %) en grasa; canola (38.8 %), triticale (36.0 %) y avena (35.0 %) en fibra; mientras que el extracto libre de nitrógeno fue más alto en maíz (57.1%), sorgo dulce Lico (54.5%), sorgo Pampa Pacas (54.3 %) y sorgo NK180 (52.3%). La digestibilidad más alta se observó en frijol (55.1 %) y sorgo dulce Lico (52.4 %). El sorgo NK180 (71.5 %), triticale (71.4 %), maíz (69.3 %), avena (66.9 %) y sorgo Pampa Pacas (68.6 %) mostraron valores altos de FDN, lo cual redujo su preferencia como forraje. El maíz registró contenido bajo de FDA (36.1 %) y alta proporción de hemicelulosa (33.2 %); así como valores bajos de celulosa (31.0 %) y lignina (4.8 %), por lo que es potencialmente degradable por los microorganismos del rumen. La combinación FDA, hemicelulosa, celulosa y lignina mostraron influencia variable en la digestibilidad de las especies evaluadas. Se comprobó que existen diferentes opciones con las que es posible incrementar el rendimiento y calidad de los forrajes y suplementos alimenticios producidos en Durango.

Palabras clave: cultivos, forraje, calidad.

Abstract

In Durango different species are cultivated that can be used to cover forage needs and dietary supplements to the bovine cattle. The objective was to evaluate the performance and quality of the forage in different vegetal species cultivated in Durango. In 2010 were planted and experiment in a complete blocks design in a random way whit four repetitions. It were apply a

pre planted irrigation and two more as help, in were fertilized during the plantation (35-50-00) and the number of days cut was evaluated, dry and green forage production, nutrition contents, the real *in vitro* digestibility, NDF, ADF, hemicellulose, cellulose, and lignin. The most prematurity species to cut were oats, triticale at 66 days after the plantation (ATP) while the latest one was the corn whit 110 ATP. The variance analysis registered the highest and significantly differences between the forage performance species, nutritional content and the fiber quantity. The highest of green forage production were registered in sunflower (85.9 t ha⁻¹) y sweet sorghum (79.7 t ha⁻¹). The corn resulted significantly superior on the dry forage performance (20.9 t/ha⁻¹); vean protein (12.2 %); sunflower (2 %) and triticale (2 %) in fat; canola (38.8 %), triticale (36.0 %) and oats (35.0 %) in fiber; while the free extract nitrogen were highest in corn, sweet sorghum Lico (54.5%), sorghum Pampa Pacas (54.3 %) y sorghum NK180 (52.3%). The highest digestibility was show in beans (55.1 %) y sweet sorghum Lico (52.4 %). The sorghum NK180 (71.5 %), triticale (71.4 %), corn (69.3 %), oats (66.9 %) and Pampa Pacas sorghum (68.6 %) showed high values on NDF, which reduced the forage preference. The corn showed a low content on ADF (36.1%) and high proportion of hemicellulose (33.2%); as low values on cellulose (31.0%) and lignin (4.8%), which means that it is potentially degradable by the microorganisms of rumen. The ADF combination, hemicellulose cellulose and lignin showed a variable influence in the digestibility of the evaluated species. It proved that exist different options with its possible to increase the performance and quality on the forages and dietary supplements produced in Durango.

Key words: crops, forage, quality.

Introducción

La falta de finalización (engorda) de bovinos productores de carne registrada en Durango, se debe a la deficiente planeación productiva, altos costos de alimentación, escasez de forrajes y carencia de granos y suplementos nutritivos de precio bajo. En esta entidad es común observar falta de forraje para alimentar ganado bovinos y pequeños rumiantes en la época seca del año. Lo anterior, ocasiona que los bovinos registren un bajo peso al sacrificio. En el año 2011 éstos registraron un peso promedio de 268 kg, en comparación con la media nacional que alcanzó 388 kg (SIAP, 2012). En la región Norte-Centro de México se han introducido varias especies de plantas para incrementar la producción de forrajes y suplementos alimenticios para el ganado. La validación de especies y variedades de cultivos adaptados en Durango permitirá la selección de las mejores opciones para incrementar la competitividad de los productores agropecuarios. La alfalfa, maíz, avena y sorgo son las especies forrajeras de mayor importancia en Durango. Se han probado variedades de otras especies vegetales para su uso forrajero, como son triticale, canola, girasol y frijol (Díaz *et al.*, 2011). El cultivo de alfalfa requiere altas cantidades de agua y esto ha causado agotamiento de mantos freáticos (Godoy *et al.*, 2003). Por ello, es necesario validar otras opciones forrajeras, con la finalidad de aprovechar el agua de manera eficiente, reducir costos de alimentación e incrementar la productividad del ganado bovino para carne. El frijol (*Phaseolus vulgaris*) muestra bajo consumo de agua y su biomasa puede utilizarse como complemento proteico de los forrajes ensilados y henificados. La validación de las especies forrajeras se inicia con la determinación del rendimiento y calidad del forraje. Existen diferentes métodos para evaluar la calidad de los forrajes, entre los cuales se puede mencionar el análisis químico proximal (AOAC, 1990), evaluación de la digestibilidad (Giraldo *et al.*, 2007) y la determinación del contenido de fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA), celulosa,

lignina y hemicelulosa (Goering y Van Soest, 1970). El objetivo fue evaluar el rendimiento y calidad forrajera de diferentes especies vegetales cultivadas en el estado de Durango.

Materiales y Métodos

Se sembraron nueve variedades de diferentes cultivos en el INIFAP-Durango, durante el ciclo primavera-verano de 2010. La siembra se realizó el 25 de mayo de 2010 bajo un diseño en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones por variedad. La parcela experimental consistió en diez surcos de 10 m de longitud y 0.81 m de separación. Se aplicó un riego de pre-siembra y dos de auxilio, para complementar la precipitación ocurrida entre mayo y octubre (563.2 mm). La dosis de fertilización utilizada fue 35-50-00 (N-P₂O₅-K₂O), aplicada al momento de la siembra. Se realizaron dos aplicaciones [17 días después de la siembra (DDS) y 52 DDS] de Lorsban® para el control del gusano cogollero en maíz y sorgo. Las variables evaluadas fueron el número de días a corte (grano masoso-lechoso), producción de forraje verde y henificado, contenido de nutrientes (análisis químico proximal), digestibilidad verdadera *in vitro* (DIVIVMS) y la proporción de FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa y lignina. Para determinar la producción de forraje se consideró el promedio de dos sub-muestras tomadas en dos surcos apareados de 3 m, por variedad y repetición. El análisis químico proximal se realizó, en las cuatro repeticiones de campo, de acuerdo a las recomendaciones de la AOAC, (1990); e incluyó proteína, grasa (extracto etéreo), fibra y extracto libre de nitrógeno (carbohidratos solubles), todos ellos calculados en base seca. La DIVIV se obtuvo mediante el protocolo de uso del aparato DAISY^{II}® (Ankom Technology, Macedon, N. Y. USA). La FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa y lignina fueron determinadas en dos repeticiones mediante el método descrito por Goering y Van Soest, (1970). El análisis de varianza se realizó en un diseño en bloques completos al azar, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones (dos repeticiones en el caso de FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa y lignina). La comparación de medias se realizó con base en la diferencia mínima significativa (DMS) y un nivel de $\alpha = 0.05$.

Resultados y Discusión

Se observó precocidad para llegar a la etapa de grano masoso-lechoso en avena y triticale, las cuales requirieron de 66 días después de la siembra (DDS) (Cuadro 1). En contraste, las especies más tardías en alcanzar esta fase fueron maíz (110 DDS) y frijol (104 DDS). Se corroboró la posibilidad de obtener forraje en diferentes fechas con base en el tipo de especie y variedad utilizada. En el caso de avena y triticale, se puede obtener forraje desde 66 DDS en siembras tempranas bajo condiciones de temporal y es posible hacer dos cortes. El maíz y frijol pueden sembrarse el 25 de mayo, para aprovechar que la variedad de frijol Río Grande es sensible al fotoperiodo y este atributo le permite alargar el periodo vegetativo conforme aumenta la duración del periodo iluminado del día (fotoperiodo) y con ello se incrementa también la producción de biomasa.

Cuadro 1. Características de siete especies (nueve tratamientos) cultivadas en Durango, México. 2010.

Especie/Varietad	*DC	FV t/ha	FH t/ha	P (%)	G (%)	F (%)	ELN (%)
Frijol (Río Grande)	104	41.6 ^d	5.1 ^d	12.2 ^a	0.6 ^d	33.5 ^{bc}	41.0 ^{bc}
Sorgo Lico	95	79.7 ^{ab}	15.2 ^{bc}	4.3 ^d	1.0 ^{cd}	31.7 ^{bc}	54.5 ^a
Triticale (AN105)	66	18.4 ^e	3.8 ^d	10.2 ^b	2.0 ^a	36.0 ^{ab}	40.6 ^{bc}
Avena (Avemex)	66	21.6 ^e	3.7 ^d	7.3 ^c	1.9 ^{ab}	35.0 ^{abc}	44.3 ^{bc}
Girasol (M 91)	84	85.9 ^a	12.9 ^c	6.7 ^c	2.0 ^a	32.5 ^{bc}	45.0 ^b
Maíz (H 376)	110	67.0 ^c	20.9 ^a	4.3 ^d	0.9 ^{cd}	31.1 ^c	57.1 ^a
Canola (Monty)	80	40.7 ^d	6.9 ^d	10.0 ^b	1.3 ^{bc}	38.8 ^a	39.8 ^c
Sorgo (NK180)	95	44.0 ^d	12.4 ^c	3.8 ^d	0.7 ^{cd}	32.5 ^{bc}	52.3 ^a
Pampa Pacas	95	72.4 ^{bc}	18.8 ^{ab}	4.4 ^d	0.8 ^{cd}	32.0 ^{bc}	54.3 ^a
Promedio	88	52.3	11.1	7.1	1.3	33.7	47.7
**DMS _{0.05}	--	11.0	2.8	1.4	0.6	13.0	10.3
CV (%)	--	22.2	26.7	19.2	46.5	4.4	4.9

*DC= días a corte, FV= forraje verde, FH= forraje henificado; P= proteína, G= grasa, F= fibra, ELN= extracto libre de nitrógeno; **DMS= Diferencia Mínima Significativa $\alpha = 0.05$; CV= Coeficiente de variación. ^{a-d} Literales diferentes en la misma columna expresan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Se observaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre especies, para la producción de forraje verde, forraje henificado, proteína, grasa, fibra, extracto libre de nitrógeno (ELN), DIVIVMS, FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa y lignina. Las especies con el rendimiento de forraje verde significativamente más alto fueron girasol (85.9 t ha⁻¹), sorgo dulce Lico (79.7 t ha⁻¹) y sorgo Sudán (x *drummondii*) Pampa Verde Pacas (72.4 t ha⁻¹). En contraste, la especie con menor rendimiento fue triticale 18.4 t ha⁻¹ y avena con 21.6 t ha⁻¹. En el caso de triticale se ha avanzado en su utilización como forraje henificado, aunque la rigidez de algunas de sus estructuras (aristas) puede hacerlo poco apetecible para el ganado, por lo que debe molerse para facilitar su consumo. El maíz registró el valor significativamente mayor de forraje henificado con 20.9 t ha⁻¹; mientras que la avena (3.7 t ha⁻¹), triticale (3.8 t ha⁻¹), frijol (5.1 t ha⁻¹) y canola (6.9 t ha⁻¹) mostraron la producción más baja. Con base en los resultados obtenidos puede decirse que existen diferentes opciones para la producción de forraje verde y henificado en Durango. Este forraje puede utilizarse individualmente y combinado con base en su composición química y nutricional, oportunidad de corte y disponibilidad de cada una de las especies. El contenido de proteína fue significativamente mayor en frijol (12.2 %), el cual representa una opción para enriquecer los forrajes proporcionados al ganado bovino. En contraste, las especies con menor contenido de proteína fueron el sorgo para grano NK180 (3.8 %), sorgo Pampa Verde Pacas (4.4 %), sorgo Lico (4.3 %) y maíz (4.3 %). El contenido de grasa fue bajo en todas las especies y mostró valores entre 0.6 % en frijol hasta 2.0 % en girasol y triticale. La fibra mostró valores entre 31.1 % en maíz hasta 38.8 % en canola. El extracto libre de nitrógeno registró valores entre 39.8 % en canola hasta 57.1 % en maíz. El frijol mostró la digestibilidad (DIVIVMS) más alta con 55.1 %, seguido del sorgo Lico (52.4 %) (Cuadro 2). Estas especies pueden servir para incrementar la producción de forrajes de alta digestibilidad en Durango y en mezcla, es posible que se incremente la calidad nutricional de las raciones alimenticias para ganado bovino.

Cuadro 2. Características de nueve variedades de diferentes especies cultivadas en Durango, México. 2010.

Especie/Variedad	*DIV (%)	FDN (%)	FDA (%)	Hemi (%)	Celulosa (%)	Lignina (%)
Frijol (Río Grande)	55.1 ^a	53.9 ^c	39.9 ^{ab}	14.0 ^e	29.7 ^c	9.5 ^a
Sorgo Lico	52.4 ^{ab}	64.4 ^b	40.4 ^a	24.0 ^d	34.3 ^{ab}	5.1 ^d
Triticale (AN105)	50.6 ^b	71.4 ^a	41.8 ^a	29.6 ^{bc}	35.2 ^a	5.8 ^{cd}
Avena (Avemex)	48.8 ^{bc}	66.9 ^{ab}	41.6 ^a	25.3 ^d	35.1 ^{ab}	5.5 ^{cd}
Girasol (M 91)	49.3 ^{bc}	50.3 ^c	38.9 ^{ab}	11.5 ^e	30.0 ^c	8.8 ^a
Maíz (H 376)	48.9 ^{bc}	69.3 ^a	36.1 ^b	33.2 ^a	31.0 ^{bc}	4.8 ^d
Canola (Monty)	46.4 ^c	54.2 ^c	40.7 ^a	13.5 ^e	33.8 ^{abc}	7.2 ^b
Sorgo (NK180)	42.0 ^d	71.5 ^a	40.4 ^a	31.1 ^{ab}	32.7 ^{abc}	6.2 ^c
Pampa Pacas	41.6 ^d	68.6 ^{ab}	41.7 ^a	26.9 ^{cd}	35.3 ^a	5.7 ^{cd}
Promedio	48.3	63.4	40.2	23.2	33.0	6.5
**DMS _{0.05}	3.8	4.6	4.1	3.1	4.2	1.0
CV (%)	5.3	3.2	4.4	5.8	5.5	6.6

*DIV= digestibilidad verdadera *in vitro*; FDN= fibra en detergente neutro; FDA= fibra en detergente ácido; Hemi= hemicelulosa. **DMS= Diferencia Mínima Significativa $\alpha = 0.05$; CV= Coeficiente de variación. ^{a-e} Literales diferentes en la misma columna expresan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

El contenido significativamente más alto de FDN se registró en sorgo NK180 (71.5 %), triticale (71.4 %), sorgo Pampa Verde Pacas (68.6 %), maíz (69.3 %) y avena (66.9 %). El alto contenido de FDN hace menos apetecible el forraje (Undersander, 2011) y reduce su digestibilidad enzimática, por lo cual deben buscarse formas de reducir este atributo mediante el corte precoz, ensilado, molienda y combinación con otros alimentos para el ganado. Los niveles apropiados de FDN en la ración es de 6-9 % para bovinos en finalización y 29-32 % en ganado bovino productor de leche (Zinn *et al.*, 2004). La mayoría de las especies mostraron valores altos FDA (38.9-41.8 %) y superaron significativamente al maíz (36.1 %). Aunque se considera que el alto contenido de FDA reduce la degradabilidad de los forrajes, pudieron observarse respuestas variables entre especies, ya que en el caso del frijol (39.9 %) y sorgo Lico (40.4 %) mostraron valores altos para esta variable y también registraron alta digestibilidad (DIVIVMS). Los valores de hemicelulosa fueron mayores en maíz (33.2 %) y sorgo NK180 (31.1 %), mientras que los valores más bajos se registraron en girasol (11.5 %) y canola (13.5 %). Aunque la hemicelulosa es parcialmente digestible, un valor alto de este componente reduce la calidad del forraje. El contenido de celulosa fue significativamente mayor en el sorgo Pampa Verde Pacas (35.3 %) y sorgo NK180 (32.7 %); mientras que los valores significativamente inferiores se registraron en frijol (29.7 %) y girasol (30.0 %). El frijol (9.5 %) y girasol (8.8 %) registraron el contenido significativamente mayor de lignina, mientras que el sorgo dulce Lico (5.1 %) mostró el valor más bajo. Los valores bajos de celulosa favorecieron la digestibilidad del frijol. En contraste, el alto contenido de lignina demeritó el valor alimenticio del forraje de frijol y girasol debido a que se reduce su consumo y digestibilidad (Schroeder, 1994). Es necesario establecer la época óptima de corte del frijol y girasol, con la finalidad de reducir el nivel de lignificación y con ello contribuir en el mejoramiento de su digestibilidad. Se observó que la combinación FDA, hemicelulosa, celulosa y lignina mostraron influencia variable en la digestibilidad de las especies evaluadas.

Conclusiones

Fue posible identificar especies vegetales que tienen posibilidades para incrementar el rendimiento y calidad del forraje obtenido en Durango. Con la información obtenida es posible

planear la producción y combinaciones de forraje para incrementar la calidad nutricional y digestibilidad de las raciones alimenticias para ganado bovino.

Literatura Citada

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis. 15 th. ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- Díaz B., D. Y.; E. Delgado L.; F. O. Carrete C.; R. Rosales S.; H. Medrano R.; A. Solís S. 2011. Evaluación nutricional de un ensilado a base de piensos de frijol y maíz para la alimentación de grano bovino de engorda. Memorias del 2do. Congreso Internacional de Manejo de Pastizales y XXI Reunión Nacional Sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. Chihuahua, Méx. 4 p.
- Giraldo, L. A.; L. A. Gutiérrez; C. Rúa. 2007. Comparación de dos técnicas *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 20: 269-279.
- Godoy A., C.; F. Lucero; C. A. Torres; J. A. Samaniego; I. Reyes. 2003. Uso del agua, relaciones hídricas y producción de alfalfa con riego por goteo superficial. Agricultura Técnica en México 29: 113-123.
- Godoy A., C.; F. Lucero; C. A. Torres; J. A. Samaniego; I. Reyes. 2003. Uso del agua, relaciones hídricas y producción de alfalfa con riego por goteo superficial. Agricultura Técnica en México 29: 113-123.
- Goering, H. K.; P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agriculture Handbook # 379, U.S.D.A. U.S. Government Printing Office, Washington, D. C. 20p.
- Schroeder, J. W. 1994. Interpreting forage analysis. NDSU Extension Service. North Dakota State University. Fargo, N. D. 2 p.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2012. <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado el 15 de julio de 2012.
- Zinn, R. A.; L. Corona; R. A. Ware. 2004. Forage quality: impacts on cattle performance and economics. In: Proceedings, National Alfalfa Symposium. San Diego, CA. USA. Consultado en línea 15 de julio de 2012. http://ucanr.org/alf_symp/2004/04-209.pdf.

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE PRADERAS PURA Y ASOCIADAS EN LA ÉPOCA DE LLUVIA EN UN AMBIENTE TROPICAL SECO

PLANT GROWTH ANALYSIS FOR PURE AND ASSOCIATED PRAIRIES WITHIN RAINY SEASON IN DRY TROPICS

Régulo Jiménez¹, Quero CAR², Hernández GA², Martínez HPA³

¹Campo Experimental Iguala CIR-PACÍFICO SUR INIFAP, ²Campus Montecillos, CP, ³Departamento de Zootecnia, UACH

Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar la dinámica del crecimiento de *Andropogon gayanus* sólo y asociado con *Clitoria ternatea* y *Morus alba* en la época de lluvia, en condiciones de Trópico Seco. Los tratamientos incluyeron praderas con: PP) *A. gayanus*; PA) *A. gayanus* y *C. ternatea* y PSP) *A. gayanus*, *C. ternatea* y *M. alba*. Los muestreos se realizaron a 0, 8, 16, 24 y 32 días post-pastoreo, para la época de lluvia. El diseño utilizado fue Bloques al Azar con tres repeticiones. Los datos se analizaron mediante el Modelo Lineal General del programa SAS y prueba de Tukey para la comparación de medias. Las praderas tuvieron diferente curva de crecimiento del forraje total presente (FTP), sólo en la pradera de Llanero se mantuvo la cantidad de FTP de los 28 a los 32 días; mientras que las asociaciones aumentaron la cantidad de FTP. Únicamente a los 0 días el FTP mostró diferencia ($P < 0.05$) entre praderas. Al finalizar el periodo de descanso el FTP fue de 1,530, 3,169 y 2,136 kg de MS por ha⁻¹, para las praderas pura (PP), asociada (PA) y silvopastoril (PSP), respectivamente. *A. gayanus* determinó el patrón de acumulación del FTP con crecimiento similar; *C. ternatea* mantiene cantidades con poca variación y *M. alba* mostró acumulación consistente pero reducida. Ninguna especie mostró diferencias estadísticas ($P > 0.05$) en los periodos evaluados. La asociación Llanero-Clitoria presentó valores más altos de hoja (H) y material vivo (MV), diferentes a los valores de la pradera con Llanero sólo ($P \leq 0.05$). Las cantidades de tallo (T) y MV, superaron a las de H y material muerto (MM), en las tres praderas. La acumulación de FTP en este periodo de crecimiento se explica primero por la cantidad de tallo, después por hoja y finalmente, por la aportación de material muerto; además, en las asociaciones, la participación de Clitoria varió de 24 a 53%. Se concluye que la dinámica de crecimiento estacional del forraje fue diferente entre praderas, por cambios en componentes botánicos y morfológicos.

Palabras clave: praderas asociadas, crecimiento estacional, composición botánica y morfológica.

Introducción

En los sistemas de producción animal en pastoreo se busca la eficiencia en la cosecha del forraje, ya que ésta es una de las principales características que determinan la productividad del sistema. Varios factores afectan el rebrote después del pastoreo, alterando los patrones de crecimiento e influenciando la acumulación de componentes morfológicos, afectando el valor nutritivo y el consumo de MS (Giacomini *et al.*, 2009). Entender la capacidad de las plantas de rebrotar después de la defoliación es un enfoque de la investigación que se realiza en los forrajes. De

acuerdo a Grant y Marriot (1994), se busca información detallada para medir los componentes del crecimiento de las especies vegetales, asociadas a los efectos del ambiente y manejo. El objetivo planteado fue determinar la dinámica del crecimiento estacional de *Andropogon gayanus* solo y asociado con *Clitoria ternatea* y *Morus alba* en un periodo sin pastoreo, en Trópico Seco.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Campo Experimental Iguala del INIFAP, ubicado a 99° 33' de longitud oeste y 18° 22' de latitud norte y una altitud promedio de 635 msnm, su clima se considera como Aw0. Los tratamientos a comparar fueron: Pradera Pura) Praderas con pasto Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth); Pradera Asociada) Praderas con pasto Llanero y Clitoria (*Clitoria ternatea* Linn) y Pradera Silvopastoril) Praderas con pasto Llanero asociado con Clitoria y con Morera (*Morus alba* Linn). En la época húmeda se tuvo un periodo de descanso de 32 días, por lo que el crecimiento del forraje se evaluó a 0, 8, 16, 24 y 32 días, después del pastoreo. Se consideró un área de muestreo de ocho metros cuadrados, se cortaron las tres especies cultivadas ubicadas dentro de esta área. Llanero se cortó a 25 cm del suelo, Clitoria a 20 cm y, en Morera, el tallo o tallos principales fueron cortados a un metro y en la evaluación se cosechó todo el forraje que pudiera ser consumido por los animales; de manera manual, se arrancó el forraje simulando el pastoreo. El forraje presente cortado y se pesó de manera independientemente por especie cultivada, con el fin de estimar la cantidad por componente. Para calcular la cantidad total del forraje, se sumaron todos los componentes. De las muestras de Llanero, Clitoria y Morera se tomó una sub-muestra de 1.0 kg, la cual se separó en hojas tallos y material muerto. Las muestras se secaron en estufa de aire forzado por 72 h a 55 °C, para determinar el porcentaje de materia seca (MS). Las variables se analizaron de manera independiente para definir el crecimiento mediante un diseño Bloques Completos al Azar y por el procedimiento GLM (Modelo Lineal General) del programa SAS (SAS, 2011). La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

El forraje total al inicio del periodo de crecimiento, fue mayor en praderas asociada y silvopastoril, en comparación con la pradera pura, estas diferencias no se expresaron a 8, 16, 24 y 32 días posteriores a la defoliación (Figura 1). La curva sigmoidea, que normalmente se presenta en el crecimiento de las especies vegetales (Da Silva y Hernández, 2010), se observó con diferencias en las tres praderas. Para el forraje presente de la pradera con Llanero solo y en la silvopastoril, la fase inicial de crecimiento lento fue de una semana; mientras que, en la pradera asociada de Llanero y Clitoria fue de dos semanas. La fase de crecimiento acelerado fue evidente en praderas con una y dos especies; mientras que, cuando se cultivaron tres especies, el crecimiento parece constante y, finalmente, la tercera fase, cuando se estabiliza la cantidad de forraje, parece darse solamente en la pradera pura a partir de 24 días. A pesar de que el forraje al inicio del crecimiento mostró diferencias entre praderas y que ocho días después hubo una tendencia ($P=0.07$) a mostrar diferencias, a los 16, 24 y 32 días no se observaron diferencias ($P>0.05$) en forraje presente. Al finalizar el periodo de descanso de las praderas, la cantidad de FTP fue de 1,530, 3,169 y 2,136 kg de MS ha⁻¹, para las praderas pura, asociada y silvopastoril, respectivamente. El pasto Llanero fue la especie cultivada presente en las tres praderas, para la pradera pura pasó de una cantidad de 441 a 1,530 kg de MS por ha⁻¹, de los 0 a los 32 días de crecimiento (Figura 1). Para Llanero-Clitoria, se tuvieron dos fases de crecimiento, una lenta y

otra acelerada. Al analizar los cambios que tuvieron las especies, la cantidad de Clitoria aumento de 558 a 748 kg de MS ha⁻¹ de 0 a 32 días, aunque la cantidad aumentó, el porcentaje pasó de 43 a 24% en el mismo periodo; por lo que el mayor incremento de la biomasa se debió a la acumulación de Llanero, de 752 a 2,421 kg de MS ha⁻¹ y el porcentaje de esta gramínea pasó de 57% a 0 días a 76% a 32 días. Para la pradera con tres especies, el incremento en el FTP, también se atribuyó al aumento en la cantidad de Llanero, de 563 a 1,441 kg de MS ha⁻¹, 46 y 67% del forraje total, Clitoria se mantuvo en aproximadamente 620 kg ha⁻¹ y su participación se redujo de 53 a 29%; mientras que, Morera sí mostró incremento en este periodo, en cantidad de 13 a 76 kg de MS ha⁻¹, como porcentaje de 1 a 4% del forraje total. Su baja participación está relacionada con densidad de plantas, ya que en esta pradera fue de 817 plantas por hectárea. Al igual que Llanero tuvo una fase de lento desarrollo y después un crecimiento acelerado, que no mostró declinación a 32 días.

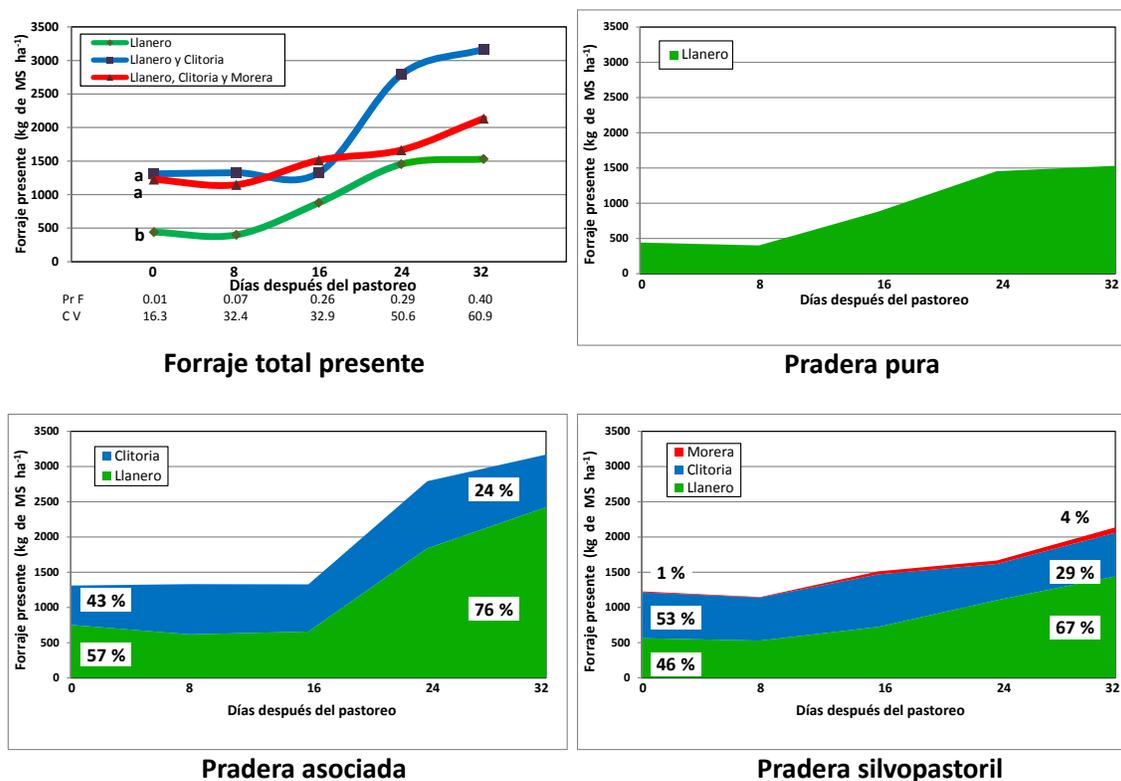


Figura 1. Forraje total y componentes botánicos después del pastoreo en tres tipos de praderas tropicales en el periodo de lluvia

Las hojas y el material vivo del forraje total presente fueron los componentes que manifestaron mayores cambios en los tres tipos de pradera (Figura 2). El material vivo del forraje total presente al inicio del periodo de crecimiento representó el doble del material muerto en las praderas asociada y silvopastoril; mientras que, en la de Llanero sólo, ambos componentes presentaron cantidades similares. En época de lluvias, cuando prevalecen condiciones favorables para el crecimiento como alta precipitación pluvial y temperatura, contribuye a que se presenten cambios en estos componentes.

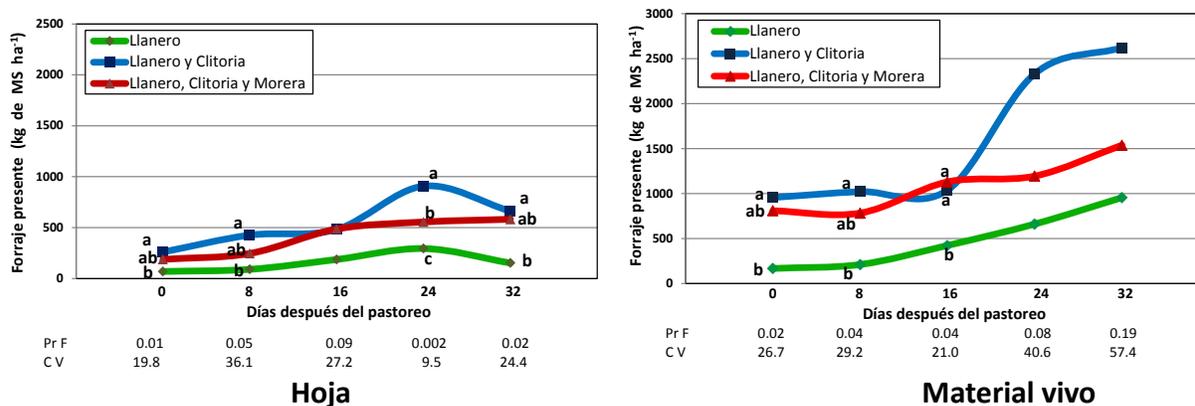
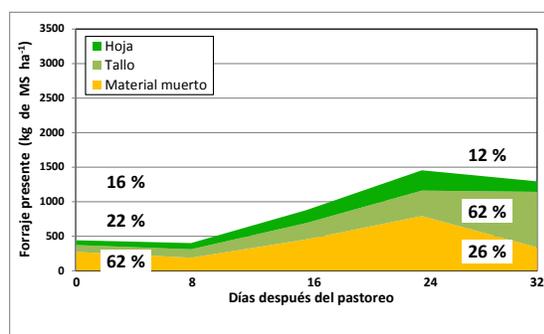
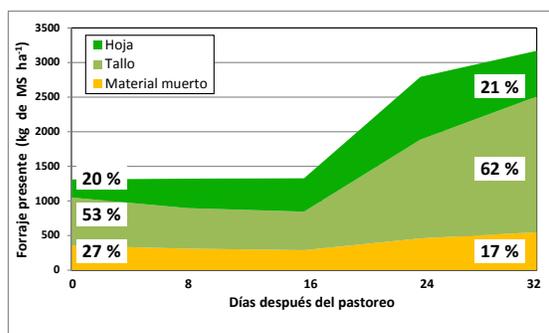


Figura 2. Cambios en la cantidad de hoja y tallo del forraje total después del pastoreo en tres tipos de praderas tropicales en el periodo de lluvia

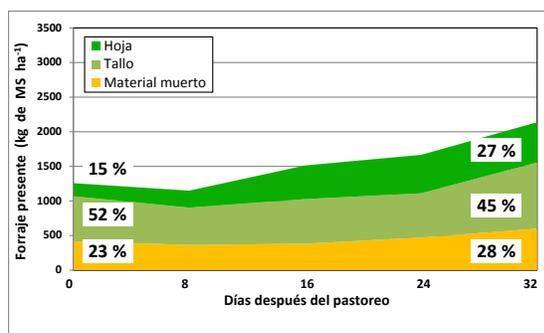
En la pradera pura, la hoja, tallo y material muerto, no se incrementaron los primeros ocho días después del pastoreo; posteriormente, se tuvo un crecimiento rápido hasta 24 días, de los tres componentes (Figura 3).



Pradera pura



Pradera asociada



Pradera silvopastoril

Figura 3. Componentes morfológicos del forraje total después del pastoreo en tres tipos de praderas tropicales en el periodo de lluvia

De 24 a 32 días, parece estabilizarse la cantidad de forraje total, pero sus componentes morfológicos varían, la cantidad de tallo tiende a aumentar, mientras que hoja y material muerto son propensos a disminuir. La cantidad de tallo pasó de 99 a 804 kg de MS por ha⁻¹, de 0 a 32

días. En Llanero-Clitoria el principal componente que se acumuló en este periodo de 32 días, fue tallo, después hoja y menor cantidad de material muerto. Las cantidades de hoja pasaron de 260 a 661, de tallo de 696 a 1,962 y de material muerto de 353 a 546 kg de MS ha⁻¹ y porcentualmente de 28 a 17, de 52 a 62 y de 20 a 21% también para hoja, tallo y material muerto, respectivamente. En Llanero-Clitoria-Morera, también coincide con la asociación de dos especies, en que los componentes que se acumularon fueron, primero tallo, hoja y finalmente, material muerto. Las cantidades de hoja pasaron de 188 a 582, de tallo de 651 a 957 y de material muerto de 417 a 598 kg de MS ha⁻¹ y porcentualmente de 33 a 28, de 52 a 45 y de 15 a 27% también para hoja, tallo y material muerto, respectivamente. De 24 a 32 días, parece estabilizarse la cantidad de forraje total, pero sus componentes morfológicos varían, la cantidad de tallo tiende a aumentar, mientras que hoja y material muerto son propensos a disminuir. La cantidad de tallo pasó de 99 a 804 kg de MS por ha⁻¹, de 0 a 32 días. En Llanero-Clitoria el principal componente que se acumuló en este periodo de 32 días, fue tallo, después hoja y menor cantidad de material muerto. Las cantidades de hoja pasaron de 260 a 661, de tallo de 696 a 1,962 y de material muerto de 353 a 546 kg de MS ha⁻¹ y porcentualmente de 28 a 17, de 52 a 62 y de 20 a 21% también para hoja, tallo y material muerto, respectivamente. En Llanero-Clitoria-Morera, también coincide con la asociación de dos especies, en que los componentes que se acumularon fueron, primero tallo, hoja y finalmente, material muerto. Las cantidades de hoja pasaron de 188 a 582, de tallo de 651 a 957 y de material muerto de 417 a 598 kg de MS ha⁻¹ y porcentualmente de 33 a 28, de 52 a 45 y de 15 a 27% también para hoja, tallo y material muerto, respectivamente.

Conclusiones

En la época de lluvias la dinámica del crecimiento en praderas con *Andropogon gayanus* sólo y asociado con *Clitoria ternatea* y *Morus alba* es diferente. Los componentes hoja, tallo y material vivo del forraje total fueron sensibles a mostrar diferencias cuando las especies se cultivaron solas o en asociación. En la época seca el material muerto fue el que tuvo mayor contribución en el forraje total presente. *Clitoria ternatea*, es un componente importante en las asociaciones y su participación varió de 24 a 53%.

Literatura Citada

- Da Silva S.C. y A. Hernández G. 2010. Manejo del pastoreo en praderas tropicales. Los forrajes y su impacto en el trópico. M.E. Velasco Z., A. Hernández G., G.R. Peregrovas y M.B. Sánchez. U. Autónoma de Chiapas. pp. 63-95.
- Giacomini A.A., S.C. Da Silva, D.O.L. Sarmiento, C.V. Zeferino C.V., S.J.S. Junior, J.K. Da Trindade, V.A. Guarda y D.N. Junior. 2009. Growth of Marandu Palisadegrass subjected to strategies of intermittent stoking. *Scientia Agrícola*. 66(6): 733-741.
- Grant S.A. and C.A. Marriot. 1994. Detailed studies of grazed sward-techniques and conclusions. *J of Agricultural Sci*. vol. 122: 1-6.
- Statistical Analysis System (SAS). SAS user's Guide: Statistics (ver 9.2 Second ed.). Cary., NC, USA: Inst Inc. <http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63033/HTML/default/viewer.htm#titlepage.htm>. Documento consultado el 24 de abril del 2011.

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE PRADERAS PURA Y ASOCIADAS EN LA ÉPOCA SECA EN UN AMBIENTE TROPICAL

PLANT GROWTH ANALYSIS FOR PURE AND ASSOCIATED PRAIRIES WITHIN DRY SEASON IN TROPICAL ENVIRONMENT

Jiménez GR¹, Quero CAR², Hernández GA², Martínez HPA³, Flores ZM¹

¹Campo Experimental Iguala CIR-PACÍFICO SUR INIFAP, ²Campus Montecillos, CP, ³Departamento de Zootecnia, UACH

Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar la dinámica del crecimiento de *Andropogon gayanus* sólo y asociado con *Clitoria ternatea* y *Morus alba* en la época seca, en condiciones de Trópico Seco. Los tratamientos incluyeron praderas con: PP) *A. gayanus*; PA) *A. gayanus* y *C. ternatea* y PSP) *A. gayanus*, *C. ternatea* y *M. alba*. Los muestreos se realizaron a 0, 14, 28, 42 y 56 días post-pastoreo, para la época seca. El diseño utilizado fue Bloques al Azar con tres repeticiones. Los datos se analizaron mediante el Modelo Lineal General del programa SAS y prueba de Tukey para la comparación de medias. En la época seca, las praderas presentaron diferente patrón de crecimiento y no hubo diferencia ($P>0.05$) entre tratamientos. Al concluir el periodo de descanso el FTP fue de 1,142, 3,879 y 2,033 kg de MS por ha⁻¹, para PP, PA y PSP, respectivamente. *A. gayanus* expresó crecimiento diferente, *C. ternatea* creció irregular entre praderas y *M. alba* mostró incrementos constantes. Los componentes morfológicos H, T, MV y MM no mostraron diferencias ($P>0.05$); T y MM superaron a H y MV, en los tres tratamientos. En esta época la cantidad de FTP se definió por los componentes MM y Llanero. *Clitoria* disminuyó su participación y Morera mostró incremento de 5 a 21%. Se concluye que la dinámica de crecimiento del forraje en la época seca fue diferente entre praderas, por cambios en componentes botánicos y morfológicos.

Palabras clave: praderas asociadas, crecimiento época seca, composición botánica y morfológica.

Introducción

Las especies forrajeras seleccionadas para este estudio tienen potencial para zonas tropicales; pero es necesario conocer las respuestas de éstas a su uso en asociación y específicamente a su patrón de crecimiento, para el diseño de estrategias, cuando se emplean en los sistemas de producción. El objetivo planteado fue determinar la dinámica del crecimiento estacional de *Andropogon gayanus* solo y asociado con *Clitoria ternatea* y *Morus alba* en un periodo sin pastoreo, en Trópico Seco.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Campo Experimental Iguala del INIFAP, ubicado a 99° 33' de longitud oeste y 18° 22' de latitud norte y una altitud promedio de 635 msnm, su clima se considera como Aw0. Los tratamientos a comparar fueron: Pradera Pura) con pasto Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth); Pradera Asociada) con pasto Llanero y *Clitoria* (*Clitoria ternatea* Linn) y Pradera Silvopastoril) con pasto Llanero asociado con *Clitoria* y con Morera (*Morus alba* Linn). En la época húmeda se tuvo un periodo de descanso de 56 días, por lo que el crecimiento del

forraje se evaluó a 0, 14, 28, 42 y 56 días, después del pastoreo. Se consideró un área de muestreo de ocho metros cuadrados, se cortaron las tres especies cultivadas ubicadas dentro de esta área. Llanero se cortó a 25 cm del suelo, Clitoria a 20 cm y, en Morera, el tallo o tallos principales fueron cortados a un metro y en la evaluación se cosechó todo el forraje que pudiera ser consumido por los animales; de manera manual, se arrancó el forraje simulando el pastoreo. El forraje presente cortado y se pesó de manera independiente por especie cultivada, con el fin de estimar la cantidad por componente, y para la cantidad total del forraje, se sumaron todos los componentes. De las muestras de Llanero, Clitoria y Morera se tomó una sub-muestra de 1.0 kg, la cual se separó en hojas tallos y material muerto. Las muestras se secaron en estufa de aire forzado por 72 h a 55 °C, para determinar el porcentaje de materia seca (MS). Las variables se analizaron de manera independiente para definir el crecimiento mediante un diseño Bloques Completos al Azar y por el procedimiento GLM (Modelo Lineal General) del programa SAS (SAS, 2011). La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

Durante el periodo de descanso del pastoreo en la época seca, la cantidad de forraje total tuvo diferente respuesta en los tipos de pradera, esto, debido a la ausencia de precipitación pluvial y a la alta radiación solar (Figura 1).

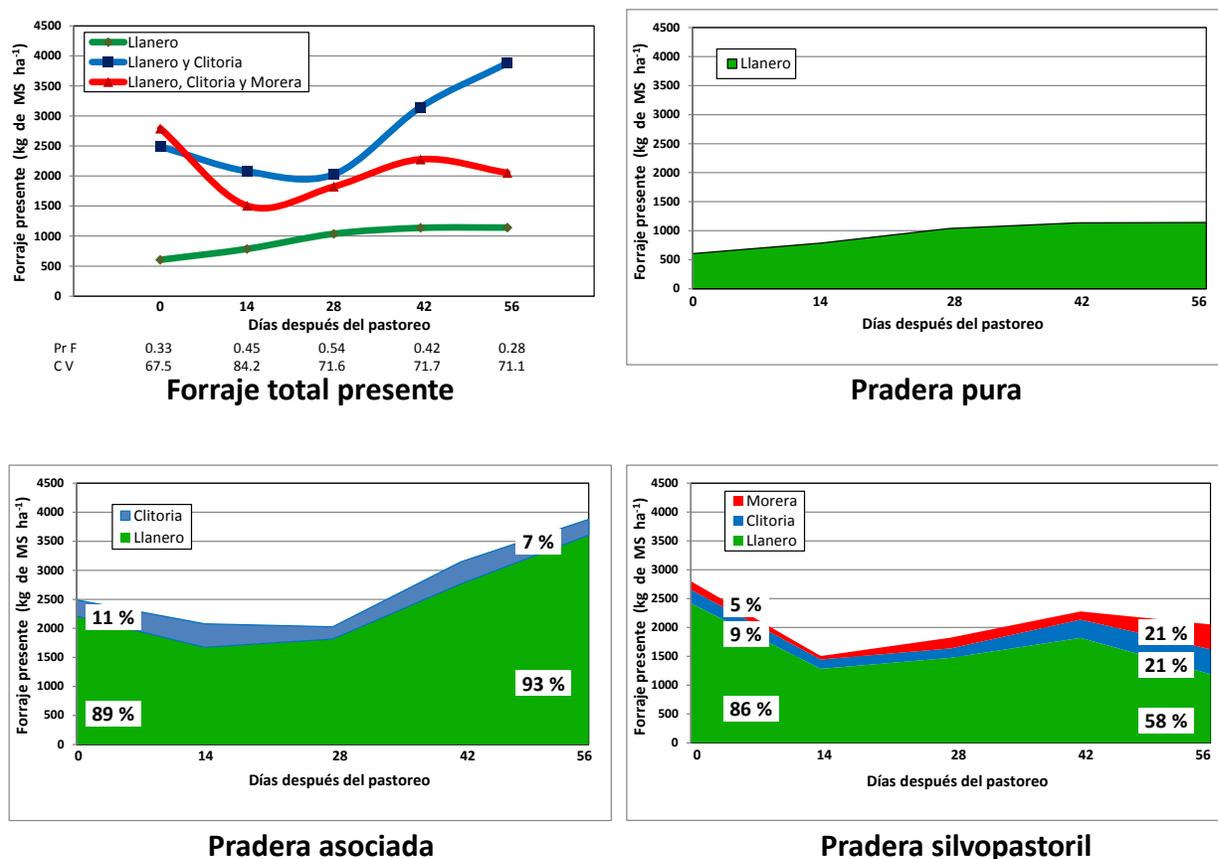


Figura 1. Forraje total y componentes botánicos después del pastoreo en tres tipos de praderas tropicales en el periodo de sequía.

Con relación a ese comportamiento Giacomini *et al.* (2009), asumen que tanto las prácticas de manejo y variaciones climáticas estacionales afectan el crecimiento, fotosíntesis, respiración y secuestro de carbono en las plantas forrajeras. La PP sólo tuvo crecimiento muy lento, pero constante; la PA tuvo descenso en el crecimiento inicial y, posteriormente, crecimiento acelerado y la PSP mostró descenso en la etapa inicial y posteriormente, recuperación parcial. A los 0, 14, 28,42 y 56 días post-pastoreo en el periodo de descanso en la época seca, no se percibieron diferencias en el forraje presente total ($P>0.05$) entre los tipos de pradera. Al finalizar el periodo de descanso, la cantidad de forraje total presente fue de 1,142, 3,879 y 2,053 kg de MS por ha⁻¹, para las PP, PA y PSP, respectivamente. En esta época del año, la pradera con sólo gramínea muestra acumulación constante de forraje total, pero cuando la pradera estuvo compuesta con gramínea y leguminosa y, leguminosa con arbustiva, la acumulación del forraje tiene comportamiento irregular, debido a que estas últimas plantas tienen distinta respuesta al daño mecánico por el pastoreo con ganado y al estrés hídrico. La zona meristemática en gramíneas está protegida (Da Silva *et al.*, 2010); mientras que en la leguminosa y la arbustiva están expuestas; en la primera puede iniciar más pronto el crecimiento de tejido nuevo que en las otras dos especies, esto podría explicar la diferencia en la etapa inicial de crecimiento. Posteriormente, el mejor acceso a humedad en el suelo por parte de Clitoria y Morera explicaría una etapa de mayor crecimiento.

Los componentes botánicos no mostraron diferencias ($P>0.05$) entre praderas (Figura 1). La cantidad de Llanero en la PP tuvo un incremento de 89%, paso de 605 a 1,142 kg de MS ha⁻¹ de los 0 a los 56 días. La participación de esta leguminosa en el forraje total fue diferente en las dos asociaciones, en la pradera Llanero-Clitoria la leguminosa mostró una participación prácticamente igual en cantidad 279 y 273 kg de MS ha⁻¹, pero decreció el porcentaje del forraje total presente de 11% al inicio y 7% al final del periodo de descanso; por lo que el incremento en el forraje total presente se debió principalmente, a la aportación de la gramínea. La cantidad de pasto Llanero pasó de 2,211 a 3,606 kg de MS por ha⁻¹ y porcentualmente de 89 a 93% del forraje total presente, de los 0 a los 56 días de crecimiento. La pradera Llanero-Clitoria-Morera tuvo un descenso en la cantidad de FTP, pasando de 2,801 a 2,053 kg de MS ha⁻¹ del inicio al final del periodo de descanso; esta disminución en el FTP se debió a menor aportación de la gramínea, ya que, tanto la leguminosa como la arbustiva incrementaron su participación al final del periodo. La cantidad de pasto Llanero paso de 2,419 a 1,191 kg de MS ha⁻¹, del 86 al 58%; Clitoria de 235 a 431 kg de MS por ha⁻¹, de 9 a 21% y Morera de 147 a 430 kg de MS por ha⁻¹ y porcentualmente de 5 a 21%. Morera contribuyó de manera importante en el forraje total presente, su participación fue mayor en la época seca que en la época de lluvia.

En la época seca, la cantidad de hoja no fue diferente ($P>0.05$) entre tratamientos (Figura 2). La cantidad de hoja fue menor que la de tallo, debido a la acumulación de este componente, ya que es menos seleccionado por el pastoreo con bovinos. Las hojas mostraron cantidades ascendentes, en este periodo de descanso, el mayor aumento se dio en las asociaciones. En la época seca, la cantidad de hoja no fue diferente ($P>0.05$) entre tratamientos (Figura 2). Las hojas mostraron cantidades ascendentes, en este periodo de descanso, el mayor aumento se dio en las asociaciones. Los efectos negativos de las condiciones ambientales durante la sequía, como el déficit hídrico en el suelo, se ven reflejados en la cantidad de hoja, lo cual confirma un fuerte efecto climático en el crecimiento de las plantas (Giacomini *et al.*, 2009).

El material vivo no mostró diferencias ($P>0.05$) entre praderas, durante un periodo de rebrote en la época seca. En las tres praderas, hubo incremento en el material vivo conforme transcurrió el

periodo sin pastoreo. Las cantidades fueron de 160, 945 y 1,331 kg de MS ha⁻¹ y los porcentaje de 26, 38 y 48% de MV en el forraje total, al inicio de este periodo de descanso para las praderas pura, asociada y silvopastoril, respectivamente. Las cantidades al final del mismo periodo fueron de 366, 1866 y 1408 kg de MS ha⁻¹ y los porcentaje de 32, 48 y 69% de MV en el forraje total, también para las praderas con una, dos y tres especies cultivadas, respectivamente.

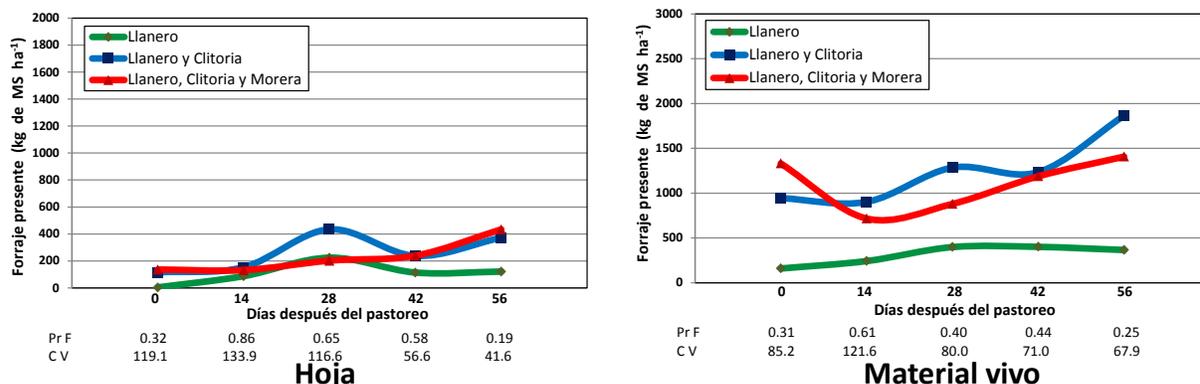
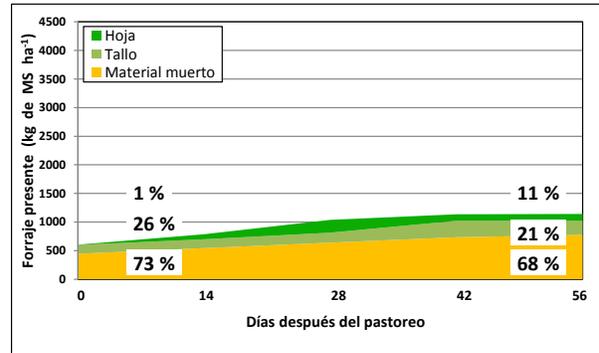
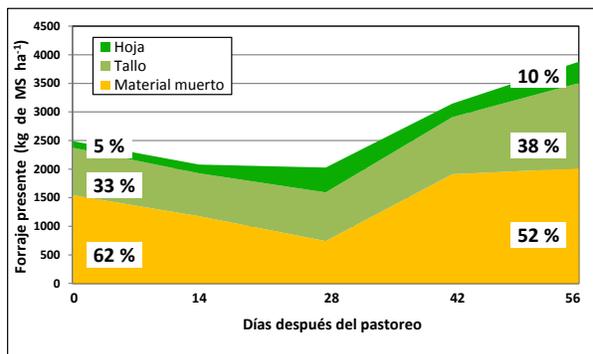


Figura 2. Cambios en la cantidad de hoja y tallo del forraje total después del pastoreo en tres tipos de praderas tropicales en el periodo de sequía.

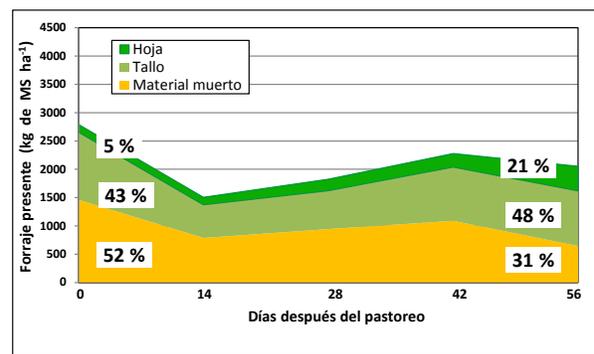
En la época seca, la acumulación de componentes morfológicos fue diferente para los tipos de pradera (Figura 3). En PP, la cantidad de FTP es menor que en las praderas asociadas, en esta pradera hubo una cantidad ascendente de forraje, de 605 a 1,142 kg de MS ha⁻¹ y su principal componente fue material muerto, tallo y el de menor cantidad, hoja. Las hojas y tallos juntos, aportaron 26% del forraje presente al inicio del periodo sin pastoreo y 32% a los 56 días. La cantidad de hoja, tallo y material fueron de 4,156 y 445 kg de MS ha⁻¹ al inicio del periodo de crecimiento y, de 121, 245 y 776 kg de MS por ha⁻¹ al final del periodo; los porcentajes del forraje total fueron de 1, 26 y 73% a los 0 días y de 11, 21 y 68% a los 56 días, también para hoja, tallo y MM. Las praderas asociadas tuvieron cantidades similares de forraje total presente, material muerto, tallo y hoja residuales; sin embargo, su desarrollo posterior fue diferente. En la PA se aprecian dos etapas una de un ligero descenso en la cantidad de los componentes y otra en donde hay acumulación de los mismos, en esta última etapa el material muerto parece estabilizarse, mientras que hoja y tallo aumentan su participación, lo que explica el incremento de biomasa. Las cantidades iniciales de hoja, tallo y MM fueron de 115, 829 y 1,546 kg de MS por ha⁻¹ y al final del descanso de 373, 1,493 y 2,013 kg de MS por ha⁻¹; los porcentajes fueron de 5, 33 y 62% a los 0 días y de 10, 38 y 52% a los 56 días, para hoja, tallo y MM, respectivamente. En la PSP, también se observó descenso en FTP en las primeras dos semanas; posteriormente, hubo una acumulación gradual, disminuyendo el material muerto, pero incrementándose hoja y tallo. Las cantidades de hoja, tallo y MM fueron de 136, 1,195 y 1,460 kg de MS por ha⁻¹ al inicio del descanso y de 434, 974 y 645 kg de MS por ha⁻¹ al final; los porcentajes del forraje total presente fueron 5, 43 y 52% a los 0 días y de 21, 48 y 31% a los 56 días. La menor proporción de hoja y mayor proporción de tallo y material muerto en la época seca, se debe a dos razones: 1). ambientales: estrés hídrico, alta temperatura y mayor fotoperiodo y 2). manejo: mayor periodo de rebrote (Barbosa *et al.*, 2004; Hernández *et al.*, 2002 y Ramírez *et al.*, 2009).



Pradera pura



Pradera asociada



Pradera silvopastoril

Figura 3. Componentes morfológicos del forraje total después del pastoreo en tres tipos de praderas tropicales en el periodo de sequía.

Conclusiones

En la época seca la dinámica del crecimiento en praderas con *Andropogon gayanus* sólo y asociado con *Clitoria ternatea* y *Morus alba* es diferente. En esta época el material muerto fue el que tuvo mayor contribución en el forraje total presente. Disminuye la participación de *Clitoria*; sin embargo, empieza a incrementarse el porcentaje de *Morus alba* y pasa de 5 a 21%.

Literatura Citada

- Barbosa R.A., D.J. Junior, E.V.P. Batista, A.J. Regazzi y D.M. Fonseca. 2004. Características morfológicas e acumulo de forragem do Capim-Tanzania (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzania) em dosis residuos forrageiros postpastejo. Revista Brasileira de Zootecnia. 31(2): 583-593.
- Giacomini A.A., S.C. Da Silva, D.O.L. Sarmento, C.V. Zeferino C.V., S.J.S. Junior, J.K. Da Trindade, V.A. Guarda y D.N. Junior. 2009. Growth of Marandu Palisadegrass subjected to strategies of intermittent stoking. Scientia Agrícola. 66(6): 733-741.
- Hernández G.A., H.P.A. Martínez, U.M. Mena, J. Pérez P. y J.F. Enríquez Q. 2002. Dinámica de rebrote del pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha* Hoehst. Stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvias. Técnica Pecuaria en México. 40(2): 193-205.
- Ramírez R.O., G.A. Hernández, S.C. Da Silva, J. Pérez P., J.F. Enríquez Q., A.R. Quero C., J.G. Herrera H. y N.A. Cervantes. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. Técnica Pecuaria en México. 47(2): 203-213.
- Statistical Analysis System (SAS). SAS user's Guide: Statistics (ver 9.2 Second ed.). Cary., NC, USA: Inst Inc. <http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63033/HTML/default/viewer.htm#titlepage.htm>. Documento consultado el 24 de abril del 2011.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE PASTO MOMBAZA, A DIFERENTE FRECUENCIA DE CORTE

PRODUCTIVE PERFORMANCE OF MOMBAZA GRASS TO DIFFERENT CUTTING FREQUENCY

Santiago Joaquín^{1*}, Bertín M. Joaquín², Alfonso Hernández¹, Javier F. Enríquez³, Humberto Vaquera⁴, Adelaido R. Rojas¹, Sergio I. Mendoza¹, Adrián R. Quero¹

¹Programa de Ganadería, IREGEP, Colegio de Postgraduados, ²Licenciatura en Zootecnia, Universidad del Papaloapan, ³Campo Experimental La Posta-INIFAP, ⁴Programa de Estadística, CP.

*Autor para correspondencia (santiago@colpos.mx)

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la frecuencia de corte en la acumulación de forraje, tasa de crecimiento (TC) y radiación interceptada (RI) en pasto Mombaza. El estudio se realizó en condiciones de temporal, de noviembre de 2010 a octubre de 2011, en el área experimental de la Universidad del Papaloapan, *Campus* Loma Bonita, Oaxaca, localizado a 18° 01' 19" N, 95° 51' 33" W y 26 msnm. Se estudiaron tres frecuencias de corte (FC: 4, 5 y 6 semanas de rebrote), en un diseño de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones. El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando PROC MIXED del paquete estadístico SAS. En la época de lluvias se concentró el 62 % de la producción anual de forraje, en la de nortes el 33 % y en la época seca el 5 %, con la mayor acumulación anual (11,237 kg MS ha⁻¹), tasa de crecimiento (31 kg MS ha⁻¹ día⁻¹) al cortar cada 6 semanas ($P < 0.001$). Además, durante esta estación se obtuvo la mayor TC promedio estacional con 34, 39 y 42 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para las frecuencias 4, 5 y 6 semanas, respectivamente ($P = 0.0001$). La menor TC se presentó en la época seca (6 kg MS ha⁻¹ día⁻¹) al cortar cada 4 semanas. La mayor RI ($P < 0.001$) ocurrió cuando el pasto Mombaza se cosechó cada 6 semanas durante la época de lluvias, con un promedio anual de 49 %. Los menores valores de RI ocurrieron durante la época seca, con un promedio anual de 34 % cuando la frecuencia de corte fue de 4 semanas. En conclusión, el mayor rendimiento, tasa de crecimiento y radiación interceptada se obtuvo al cosechar a una frecuencia de corte de 6 semanas. Se sugiere realizar evaluaciones con períodos de estudio de mayor tiempo, además; que involucren el efecto animal en las praderas.

Palabras Clave: *Panicum maximum*, Radiación interceptada, Frecuencia de corte, Tasa de crecimiento.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the effect of cutting frequency on the herbage accumulation, growth rate (GR) and intercepted radiation (IR) in Mombasa grass. The study was conducted under rainfed conditions, from November 2010 to October 2011, in the experimental area of the Universidad del Papaloapan, *Campus* Loma Bonita, Oaxaca, located at 18 ° 01' 19 "N, 95 ° 51' 33" W and 26 meters above sea level. Three cutting frequencies were studied (FC: 4, 5, and 6 weeks of regrowth), in a design of complete blocks at random with arrangement of split, with four replicates plots. The statistical data analysis was performed using PROC MIXED statistical package SAS. In the rainy season focused 62 % of the forage annual production, on windy 33 % and in the dry season 5 %, with the largest annual accumulation (11,237 kg DM ha⁻¹),

¹), growth rate (31 kg DM ha⁻¹ d⁻¹) cut every 6 weeks ($P<0.001$). In addition, during this season was obtained the highest GR average seasonal with 34, 39 and 42 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ for frequencies 4, 5 and 6 weeks, respectively ($P=0.0001$). The lowest GR was presented during the dry season (6 kg DM ha⁻¹ d⁻¹) 4 weeks cut every. The greater IR ($P<0.001$) occurred when Mombasa grass is harvested every 6 weeks during the rainy season, with a 49 % annual average. Lower values of IR occurred during the dry season, with a 34 % annual average when the cut-off frequency was 4 weeks. As a conclusion, the highest yield, growth rate and intercepted radiation were obtained to reap a cut-off frequency of 6 weeks. It can be suggested assessments with longer study periods, also; that it involved the prairies animal effect.

Keywords: Panicum maximum, Intercepted radiation, Cutting frequency, Growth rate.

Introducción

Las praderas totalizan aproximadamente $\frac{1}{4}$ parte de la superficie terrestre y son consideradas la opción de alimento más abundante y de menor costo para la producción de proteína animal para consumo humano (Marcelino *et al.*, 2006). En México, es ampliamente reconocido que la base de la alimentación de la ganadería bovina se realiza mediante la utilización de pastizales y praderas bajo corte y/o pastoreo (Velasco *et al.*, 2010). En la región tropical en México, la producción animal está sustentada principalmente con el uso de gramíneas, destacándose tanto los pastos nativos como introducidos. Sin embargo, la productividad animal en estas regiones es baja, debido a la combinación de varios factores, como razas, aspectos sanitarios, prácticas de manejo y nutrición de los animales, dentro de los cuales la calidad y la producción de los forrajes son la causa principal (Sosa *et al.*, 2008); ya que son pocas las especies forrajeras adaptadas a las condiciones ambientales prevalecientes del trópico (Sosa *et al.*, 2004) y además, la mayoría presentan el problema de estacionalidad en la producción de forraje (Gastal *et al.*, 2004). De manera que en las regiones tropicales, la variación de las condiciones climáticas con las estaciones del año es, seguramente, uno de los principales factores que interfieren en la producción y calidad del forraje. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la frecuencia de corte en la acumulación de forraje, tasa de crecimiento y radiación interceptada en pasto Mombaza.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en condiciones de temporal, de noviembre de 2010 a octubre de 2011, en la Universidad del Papaloapan, *Campus* Loma Bonita, Oaxaca. Se evaluaron tres frecuencias de corte (FC: 4, 5 y 6 semanas de rebrote para cada época), a una altura de 15 cm; en un diseño de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones. Para evaluar el rendimiento estacional y anual de forraje, un día antes de iniciar el estudio, se delimitó permanentemente una unidad de muestreo de 1 m², donde se cortó el forraje a 15 cm de altura, en la fecha correspondiente a cada frecuencia de corte. Cada muestra de forraje verde se pesó y se obtuvo una submuestra de aproximadamente 100 g, se secó en estufa de aire forzado a 65 °C durante 72 h y se pesaron. El rendimiento de forraje se agrupó de manera estacional y total anual, y resultó de la suma de forraje recolectado en cada corte. Para calcular la tasa de crecimiento (TC) se emplearon los datos de forraje cosechado antes de cada pastoreo, utilizando la siguiente fórmula: $TC = FC/t$; donde TC= tasa de crecimiento de forraje (kg MS ha⁻¹ d⁻¹); FC= forraje cosechado (kg MS ha⁻¹); t=días transcurridos entre cortes, con estos datos, se obtuvo el promedio para cada intervalo de corte y época. Para determinar la radiación interceptada por el dosel, se

efectuó momentos antes de realizar el corte correspondiente a cada frecuencia, utilizando el método del metro de madera en cada repetición. Se tomaron 3 lecturas aproximadamente a las 13:00 h. Para ello, la regla se colocó sobre la superficie del suelo y se contaron los cm sombreados, los cuales representaron el porcentaje de radiación interceptada por el dosel vegetal. El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 1997). Las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Resultados y Discusión

La frecuencia de corte afectó el rendimiento de forraje en todo el periodo experimental ($P<0.001$). El rendimiento anual aumento en un 14 y 17 % al incrementar el intervalo entre cortes de 4 a 5 y 6 semanas, respectivamente ($P<0.001$). En la época de lluvias se concentró el 62 % de la producción anual de forraje, en la de nortes el 33 % y en la época seca el 5 %, con la mayor acumulación anual (11,237 kg MS ha⁻¹), tasa de crecimiento (31 kg MS ha⁻¹ día⁻¹) al cortar cada 6 semanas, con un incremento progresivo conforme aumentó el intervalo de corte de 4 a 6 semanas ($P<0.001$). La frecuencia de corte de 6 semanas presentó 19 y 31 % mayor TC promedio anual que la de 5 y 4 semanas. Durante la época de lluvias se observó la mayor TC promedio estacional con 34, 39 y 42 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ ($P=0.0001$) para las frecuencias 4, 5 y 6 semanas, respectivamente, seguido por las épocas de nortes y seca. La TC en la estación de lluvias superó en 32 % a la época de nortes y 63 % a la época seca. La mayor RI ($P<0.001$) ocurrió cuando el pasto Mombaza se cosechó cada 6 semanas durante la época de lluvias, con un promedio anual de 49 %. Los menores valores de RI ocurrieron durante la época seca, con un promedio anual de 34 % cuando la frecuencia de corte fue de 4 semanas (Cuadro 1).

En el presente estudio, los mayores rendimientos y TC se presentaron durante la época de lluvias, debido a la ocurrencia de temperaturas apropiadas para el crecimiento del pasto y presencia de mayor humedad, mientras que lo contrario ocurrió en la época seca, cuando se presentaron temperaturas apropiadas para el crecimiento y la ausencia de precipitación fue el factor limitante (Ramirez *et al.*, 2009; Cruz *et al.*, 2011). Por otro lado, las praderas no alcanzaron ó extendieron la fase de 95% de intercepción de luz incidente, debido al hábito de crecimiento de la especie y a la distribución espacial de plantas (50 x 50 cm) determinada para el establecimiento de las praderas, lo cual favoreció la penetración de la luz solar a través del perfil del dosel vegetal y propició que las plantas requirieran de mayor índice de área foliar, para interceptar el mismo porcentaje de radiación fotosintéticamente activa, con mayor dinámica del flujo de tejido foliar y menor periodo de vida útil de las primeras hojas, durante la época de lluvias (Gomide *et al.*, 2003; Ramirez *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Acumulación de forraje, tasa de crecimiento (TC) y radiación interceptada (RI) en praderas de pasto Mombaza, por época del año, a diferente frecuencia de corte (kg MS ha⁻¹).

FC	Nortes	Sequía	Lluvias	
	Rendimiento (Kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹)			Anual
4	3,314 Bb	439 Bc	5,580 Ba	9,333 B
5	2,861 Cb	463 Bc	6,382 Aa	9,706 B
6	3,743 Ab	730 Ac	6,764 Aa	11,237 A
Promedio	3,306	544	6242	10,092
	Tasa de crecimiento (Kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹)			Promedio anual
4	25 Bb	6 Cc	34 Ca	22 C
5	23 Bb	14 Bc	39 Ba	25 B
6	31 Ab	21 Ac	42 Aa	31 C
Promedio	26	14	38	26
	Radiación interceptada (%)			Promedio anual
4	48 Aa	7 Bb	48 Ba	34 B
5	58 Aa	8 Bb	56 Ba	41 AB
6	61 Ab	15 Ac	71 Aa	49 A
Promedio	56	10	58	41

Letras diferentes minúsculas en la misma hilera y mayúsculas en la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$).

FC = Frecuencia de corte

Conclusiones

La mayor producción de forraje total y estacional del pasto Mombaza, se obtuvo al cosechar cada 6 semanas. La mayor tasa de crecimiento se obtuvo en la época de lluvias seguido por las épocas de nortes y seca. La mayor radiación interceptada se obtuvo en la frecuencia de corte de 6 semanas. Se sugiere realizar evaluaciones con períodos de estudio de mayor tiempo, además; que involucren el efecto animal en las praderas.

Literatura Citada

- Cruz, H. A., Hernández G. A., Enríquez Q. J. F., Gómez V. A., Ortega J. E., Maldonado G. N. M. 2011. Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 2(4):429-443.
- Gastal, F., Lemaire G. and Lestienne F. 2004. Defoliation, Shoot Plasticity, Sward Structure and Herbage Utilisation. In: Pizarro. E., Carvalho, P.C.F., Da Silva, S.C. (Eds.) Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, 2., UFPR, Curitiba. Anais... Curitiba. CD-ROM.
- Gomide, M. C. A., Gomide J. A., Alexandrino E. 2003. Índices morfogênicos e de crescimento durante o estabelecimento e a rebrotação do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.). *Revista Brasileira de Zootecnia* 32:795-803.
- Marcelino, K. R. A., Nascimento Jr. D, Da Silva S. C., Batista E. V. P., Da Fonseca D. M. 2006. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35(6):2243-2252.
- Ramírez, R. O., Hernández G. A., Da Silva S. C., Pérez P. J., Enríquez Q. J. F., Quero C. A. R., Herrera H. J. G., Cervantes N. A. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Técnica Pecuaria México* 47(2):203-213.

- Ramírez, R. O., Hernández G. A., Da Silva S. C., Pérez P. J., Souza Jr. S. J., Castro R. R., Enríquez Q. J. F. 2010. Características morfológicas y su influencia en el rendimiento del pasto mombaza, cosechado a diferentes intervalos de corte. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12: 303 – 311.
- SAS Institute. 1997. User's guide. SAS Institute: Cary, NC.
- Sosa, R. E., Cabrera T. E., Pérez R. D., Ortega R. L. 2008. Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. *Técnica Pecuaria México* 46(4):413-426.
- Sosa, R. E., Pérez R. D., Ortega R. L., Zapata B. G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria México* 42(2):129-144.
- Velasco, Z. M. E., Hernández G. A., Perezgrovas G. R. A., Sánchez M. B. 2010. Los forrajes y su impacto en el Trópico. Universidad Autónoma de Chiapas. 267 p.

CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN MATORRALES DE CHIHUAHUA

SOIL ORGANIC CARBON IN SHRUBLANDS OF CHIHUAHUA

Pedro Jurado, Rubén A. Saucedo, Carlos R. Morales, Martín Martínez, Saúl Alvérez

*Sitio Experimental La Campana-Madera, INIFAP. Km 33 carr. Chihuahua-Ojinaga, Aldama, Chih.,
jurado.pedro@inifap.gob.mx*

Resumen

Los matorrales cubren una gran porción del estado de Chihuahua y tienen potencial para la captura y almacén de carbono. El objetivo fue evaluar el contenido de carbono orgánico del suelo (COS) en tres tipos de matorrales con diferente condición. Se seleccionaron seis sitios de estudio: matorral inerme parvifolio, matorral mediano subinerme y matorral crasirosulifolio espinoso en condición variable. Se establecieron tres parcelas de campo en cada sitio. Se colectaron tres muestras de suelo en cada parcela en dos microsítios: suelo desnudo ó debajo del dozel de un arbusto dominante y en dos profundidades: 0-15 cm ó 15-30 cm. El análisis estadístico se realizó con un diseño completamente al azar con arreglo factorial y medidas repetidas con Proc Mixed. En el matorral inerme parvifolio, el COS fue afectado por el micrositio ($P \leq 0.0010$) y la fecha de muestreo ($P \leq 0.0438$). El COS varió desde 0.511% en suelo desnudo hasta 0.674% debajo de arbusto, mientras que para la fecha de muestreo, el COS varió desde 0.568% en junio 2010 hasta 0.684% en noviembre 2010. El COS del matorral mediano fue afectado por la condición ($P \leq 0.0010$), el micrositio ($P \leq 0.0018$), la fecha de muestreo ($P \leq 0.0001$) y la interacción condición*fecha ($P \leq 0.0001$). Para esta interacción, el COS varió desde 0.276% en condición pobre/noviembre 2011 hasta 1.036% en condición regular/noviembre 2010. En el matorral crasirosulifolio, el COS fue afectado por la condición ($P \leq 0.0013$), el micrositio ($P \leq 0.0001$) y la fecha ($P \leq 0.0250$). El COS varió desde 1.411% en condición pobre hasta 1.703% en condición buena. El contenido del COS varía con el tipo de pastizal y depende principalmente de la condición, el micrositio y la fecha de muestreo.

Palabras Clave: carbono, suelo, condición, micrositio, profundidad suelo, matorrales.

Introducción

Los matorrales, incluyendo el matorral inerme parvifolio, el matorral mediano subinerme y el matorral crasirosulifolio espinoso cubrían la mayoría de los matorrales del estado de Chihuahua con alrededor de 6.6 millones de ha a finales de los 70's (COTECOCA, 1978 y se están extendiendo de acuerdo a cifras actuales. Dichos matorrales han sido utilizados principalmente para ganadería extensiva, sin embargo, en la actualidad, se está dando un cambio hacia el uso de los pastizales para proporcionar algunos servicios ambientales (Havstad et al., 2007). Además de forraje, los pastizales tienen la capacidad de proveer servicios ambientales para la sociedad entre los cuales está la regulación del clima a través de la captura y almacenamiento de dióxido de carbono (Brown y Thorpe, 2008).

La captura de dióxido de carbono puede ser manipulado con el pastoreo, fuego controlado, revegetación de pastizales deteriorados y el uso de variedades mejoradas (Reeder y Schuman, 2002; Derner et al., 2005). Aunque el potencial de los almacenes de carbono en los matorrales ha

sido poco estudiado, un estudio reciente (Beier et al., 2009) muestra que los matorrales de Europa pueden almacenar desde 1.1 hasta 18.5 g C/m² y pueden ser desde sumideros de C (126 g C/m²/año) hasta fuentes de C (-536 g C/m²/año). Navar-Chaidez (2008) reporta almacenes de hasta 77 ton C/ha en suelo del matorral tamaulipeco del noreste de México y con tasas anuales de acumulación de 51 g C/m².

La determinación del almacén y la captura de carbono son esenciales para el ingreso al mercado mundial de bonos de carbono, donde existen pocas opciones. En 2007, el mercado de bonos para la mitigación de gases con efecto invernadero fue de 30 billones de dólares en el año 2006 y se espera que alcance un mercado de 500 billones de dólares en el año 2020 (de Steiguer et al., 2008). Otras estimaciones reportaron un volumen de 2,983 millones ton CO₂e con un valor de 64 billones de dólares para el año 2007 (Capoor y Ambrosi, 2008). Dada su gran extensión, los matorrales del estado de Chihuahua tienen potencial para la captura de carbono. Sin embargo, no existe información básica sobre el almacén y captura de carbono en dichos ecosistemas. El presente estudio tiene el objetivo de determinar el contenido de carbono orgánico en suelos (COS) en tres tipos de matorrales del estado de Chihuahua y diferente condición del pastizal.

Materiales y Métodos

Los sitios de estudio fueron: matorral inerme parvifolio, matorral mediano subinerme y matorral crasirosulifolio espinoso. Según COTECOCA (1978) el sitio de matorral inerme parvifolio está caracterizado por arbustos como la gobernadora (*Larrea tridentata*), hojaseñ (*Flourensia cernua*) y Mariola (*Parthenium incanum*). El clima es muy seco templado con verano cálido y una precipitación anual de 250 a 300 mm. El suelo es de origen aluvial de profundidad media (25 a 50 cm) de color pardo, pardo rojizo oscuro o gris rosáceo, con textura franco-arcillosa a franco-arenosa. Para este tipo de vegetación, ambos sitios fueron realizados en el municipio de Aldama.

El matorral mediano subinerme está dominado por arbustos como la gobernadora, largoncillo (*Acacia constricta*) y mezquite (*Prosopis glandulosa*). El clima es muy seco semicálido con y una precipitación anual de 250 a 300 mm. El suelo es de origen aluvial, profundo (más de 50 cm), de color pardo con texturas de franco-arenosa a arcillo-arenosa (COTECOCA, 1978). Para este matorral, los sitios fueron seleccionados en el municipio de Camargo. El matorral crasirosulifolio está dominado por arbustos como la lechugilla (*Agave lechugilla*), sotol (*Dasyilirion leiophyllum*), palma (*Yucca filifera*) y candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*). El clima es muy seco, semicálido y con una precipitación anual de 250 a 300 mm. El suelo es de formación in-situ, de profundidad variable (0 a 50 cm), de color pardo grisáceo y textura areno-arcillosa (COTECOCA, 1978). Para este tipo de matorral, ambos sitios fueron seleccionados en el municipio de Coyame.

En cada sitio se establecieron tres parcelas de campo para realizar los muestreos de vegetación y suelos en el mes de junio 2010. Las parcelas incluyeron tres transectos permanentes de 50 m cada uno, orientados al norte, sureste y suroeste con una distancia del centro al inicio del transecto de 5 m. Se realizaron muestreos de composición florística del pastizal por medio del muestreo de intercepto de línea a cada metro del transecto. Se georeferenció el centro de la parcela y las orillas de los transectos para su localización posterior.

A la mitad de cada transecto se tomaron cuatro muestras de suelo en dos microsítios: suelo desnudo y debajo del arbusto dominante y en dos profundidades: 0-15 y 15-30 cm. Para el sitio de matorral inerme parvifolio las muestras fueron tomadas debajo de la gobernadora, en el matorral mediano subinerme debajo del mezquite, mientras que en el matorral crasirosulifolio, las muestras se tomaron debajo de la lechugilla. Las muestras se secaron en invernadero y se tamizaron en malla de 1.1 mm. Enseguida se formó una muestra compuesta por parcela con las muestras de los tres transectos para cada combinación de microsítio x profundidad. Las muestras de suelo fueron analizadas en analizador elemental LECO por medio de combustión para determinar el porcentaje de COS.

Los datos de COS fueron analizados en forma separada para cada tipo de matorral bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial (Kirk, 1982). El análisis de varianza consideró los factores condición, microsítio y profundidad de suelo por medio de modelos lineales y medidas repetidas con Proc Mixed (SAS Institute Inc., 2012).

Resultados y Discusión

En el matorral inerme parvifolio, el COS fue afectado por el microsítio ($P \leq 0.0010$) y la fecha de muestreo ($P \leq 0.0438$) (Figura 1). El COS varió desde $0.511 \pm 0.03\%$ en suelo desnudo hasta $0.674 \pm 0.03\%$ debajo de arbusto, mientras que para la fecha de muestreo, el COS varió desde $0.568 \pm 0.02\%$ en junio 2010 hasta $0.684 \pm 0.06\%$ en noviembre 2010.

El COS del matorral mediano fue afectado por la condición ($P \leq 0.0010$), el microsítio ($P \leq 0.0018$), la fecha de muestreo ($P \leq 0.0001$) y la interacción condición*fecha ($P \leq 0.0001$) (Gráfica 2). Para esta interacción, el COS varió desde $0.276 \pm 0.05\%$ en condición pobre/noviembre 2011 hasta $1.036 \pm 0.06\%$ en condición regular/noviembre 2010. En el matorral crasirosulifolio, el COS fue afectado por la condición ($P \leq 0.0013$), el microsítio ($P \leq 0.0001$) y la fecha ($P \leq 0.0250$). El COS varió desde $1.411 \pm 0.06\%$ en condición pobre hasta $1.703 \pm 0.06\%$ en condición buena.

De los resultados de este trabajo, se deduce que la condición, el microsítio y la fecha de muestreo influenciaron el contenido de COS en los matorrales. Lo anterior puede atribuirse a que el manejo del pastizal, que incluye prácticas como el manejo del pastoreo está influyendo en la condición y el almacén de carbono. En general, los resultados obtenidos son menores a los reportados por otros autores como Navar-Chaidez (2008) en el matorral tamaulipeco y se encuentra

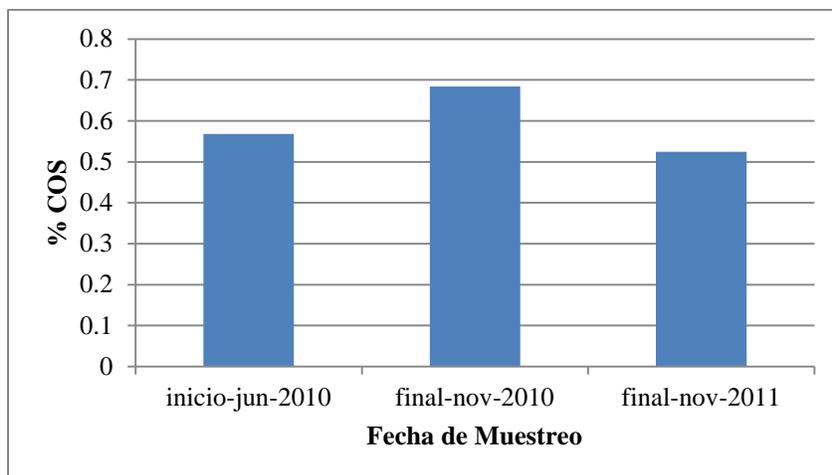


Figura 1. Contenido de carbono orgánico del suelo (%COS) en un matorral inerme parvifolio en diferentes fechas de muestreo en Chihuahua.

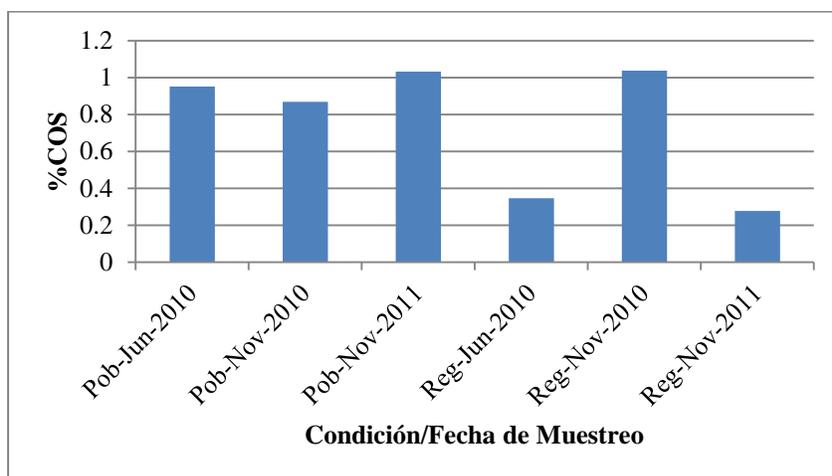


Figura 2. Contenido de carbono orgánico del suelo (%COS) en un matorral mediano con diferente condición y diferente fecha de muestreo en Chihuahua.

dentro del rango del contenido de carbono del suelo en matorrales europeos reportado por Beier *et al.* (2009) aunque dichos resultados fueron obtenidos en condiciones más favorables de precipitación. Similarmente a este trabajo, Bird *et al.* (2002) también encontraron que el COS fue mayor debajo del mezquite que en los interespacios del suelo en un pastizal semiárido con invasión mezquite..

De cualquier manera, dada su extensión, estos tres tipos de matorrales pueden contribuir en la mitigación del cambio climático para beneficio de la sociedad. Los matorrales en condición pobre pueden ser rehabilitados por medio de prácticas de manejo de pastizales como carga animal apropiada, sistemas de pastoreo para recuperar su potencial de captura de carbono como lo han recomendado otros autores.

Conclusiones

El COS fue contrastante entre los tipos de matorrales y fue influenciado principalmente por el micrositio en todos los matorrales. La condición y la fecha de muestreo también influenciaron en forma importante el COS de los matorrales. Esta información es básica para la estimación del almacén de carbono y el establecimiento de programas de bonos de carbono en matorrales del estado de Chihuahua y sitios similares.

Agradecimientos

Se agradece al Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT- Gobierno del Estado de Chihuahua, por el apoyo financiero para realizar esta investigación.

Literatura Citada

- Beier, C., et al (19 colaboradores). 2009. Carbon and nitrogen balances for six shrublands across Europe, *Global Biogeochem. Cycles*, 23, GB4008, doi:10.1029/2008GB003381.
- Bird, S.B., J.E. Herrick, M.M. Wander y S.F. Wright. 2002. Spatial heterogeneity of aggregate stability and soil carbon in semi-arid rangeland. *Environmental Pollution*. 116: 445-455.
- Brown, J.B. y J. Thorpe. 2008. Climate change and rangelands: responding rationally to uncertainty. *Rangelands*. 30(3): 3-6.
- Capoor, K. y P. Ambrosi. 2008. State and trends of the carbon market 2008. World Bank Institute. Washington, D.C.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la determinación de los Coeficientes de Agostadero). 1978. Chihuahua. SARH. Subsecretaría de Ganadería.
- Derner, D.J. et al. (16 colaboradores). 2005. USDA-ARS global change research on rangelands and pasturelands. *Rangelands*. 27(5): 36-42.
- de Steiguer, J.E., J.R. Brown y J. Thorpe. 2008. Contributing to the mitigation of climate change using rangeland management. *Rangelands*. 30(3): 7-11.
- Havstad, K.M., D. Peters, R. Skaggs, J. Brown, B. Bestelmeyer, E. Frederickson, J. Herrick y J. Wright. 2007. Ecological services to and from rangelands of the United States. *Ecological Economics*. 64(2): 261-268.
- Kirk, R.E. 1982. *Experimental Design*, 2nd ed. Brooks/Cole Publishing Co. Monterey, Cal.
- Navar-Chaidez, J.J. 2008. Carbon fluxes resulting from land-used changes in the Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. *Carbon Balance and Management*. 3:6 DOI:10.1186/1750-0680-3-6.
- Reeder, J.D. y G.E. Schuman. 2002. Influence of livestock grazing on C sequestration in semiarid mixed-grass and short-grass rangelands. *Environmental Pollution*. 116(3): 457-463.
- SAS Institute Inc. 2012. SAS ver. 9.2. Statistical Analysis Software. Cary, North Carolina.

CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN PASTIZALES DE CHIHUAHUA

SOIL ORGANIC CARBON IN GRASSLANDS OF CHIHUAHUA

Pedro Jurado, Rubén A. Saucedo, Carlos R. Morales, Martín Martínez, Saúl Alvidrez

*Sitio Experimental La Campana-Madera-INIFAP. Km 33 carr. Chihuahua-Ojinaga, Aldama, Chih.,
jurado.pedro@inifap.gob.mx*

Resumen

Los pastizales son ecosistemas que tienen potencial para la captura de carbono y la mitigación del cambio climático. El objetivo fue evaluar el contenido de carbono orgánico del suelo (COS) en tres tipos de pastizales con diferente condición. Se seleccionaron seis sitios de estudio: pastizal halófito, pastizal mediano y pastizal amacollado en diferente condición de pastizal. Se establecieron tres parcelas de campo en cada sitio. Se colectaron tres muestras de suelo en cada parcela en dos micrositios: suelo desnudo y debajo de la planta de zacate dominante y en dos profundidades: 0-15 cm y 15-30 cm. Los muestreos se realizaron en tres fechas durante 2010 y 2011. El estudio se realizó con un diseño completamente al azar con arreglo factorial y medidas repetidas. En el pastizal halófito, el COS fue influenciado por las interacciones condición*profundidad ($P \leq 0.0036$) y micrositio*profundidad ($P \leq 0.0241$). El COS varió desde $0.315 \pm 0.07\%$ en condición buena/profundidad de 15-30 cm hasta $1.431 \pm 0.07\%$ en condición excelente/profundidad de 0-15 cm. En el pastizal mediano abierto, el COS fue influenciado solamente por el micrositio ($P \leq 0.0207$) variando desde $0.578 \pm 0.03\%$ debajo del zacate navajita hasta $0.466 \pm 0.03\%$ en suelo desnudo. En el pastizal amacollado, el COS fue influenciado por la interacción condición*micrositio ($P \leq 0.0364$), fluctuando desde $1.101 \pm 0.13\%$ % en condición pobre/suelo desnudo hasta $2.834 \pm 0.13\%$ % en condición excelente/debajo del zacate. El contenido de COS varía con el tipo de pastizal y depende de la condición, el micrositio y la profundidad de suelo.

Palabras Clave: Carbono, suelo, condición, micrositio, profundidad suelo, pastizales.

Introducción

Los pastizales medianos, halófitos y amacollados cubrían alrededor de 5.1 millones de ha (COTECOCA, 1978), aunque esta superficie ha disminuido hasta 1.5 millones ha (Valerio *et al.*, 2005) o 2 millones de ha (Royo *et al.*, 2005). Actualmente, se está dando un cambio hacia el uso de los pastizales para proporcionar algunos servicios ambientales a la sociedad tales como la captura de carbono (Havstad *et al.*, 2007; Brown y Thorpe, 2008).

Reeder y Schuman (2002) reportan que el suelo almacena más carbono bajo condiciones de pastoreo que en una exclusión en pastizales medianos. Schuman *et al.* (2002) también reportan que un adecuado manejo del pastoreo puede incrementar el almacén de carbono en el suelo en los pastizales de Estados Unidos. Otro estudio reporta buen potencial para la venta de bonos de carbono al aplicarse algunas prácticas de manejo de pastizales en un sistema de vaca-cría durante un periodo de 20 años en Wyoming (Campbell *et al.*, 2004). De los pocos trabajos realizados en pastizales de México, Medina-Roldán *et al.* (2008) reportan un mayor contenido de carbono en el suelo con pastoreo moderado en comparación con áreas con sobrepastoreo en Jalisco.

La determinación del almacén y la captura de carbono son esenciales para el ingreso al mercado mundial de bonos de carbono. En 2007, el mercado de bonos para la mitigación de gases con efecto invernadero fue de 30 billones de dólares en el año 2006 y se espera que alcance un mercado de 500 billones de dólares en el año 2020 (de Steiguer *et al.*, 2008). Dada su extensión, los pastizales del estado de Chihuahua tienen potencial para la captura de carbono. Sin embargo, no existe información básica sobre el almacén y captura de carbono en dichos ecosistemas.

El presente estudio tiene el objetivo de determinar el contenido de carbono orgánico en suelos (COS) en tres tipos de pastizales del estado de Chihuahua bajo diferentes condiciones del pastizal.

Materiales y Métodos

Se seleccionaron tres tipos de pastizales por su gran extensión en el estado de Chihuahua. Los sitios de estudio fueron: pastizal mediano abierto, pastizal amacollado abierto y pastizal halófito, con diferente condición del pastizal. Según COTECOCA (1978) el sitio de pastizal mediano abierto presenta gramíneas forrajeras deseables como navajita (*Bouteloua gracilis*), tres barbas (*Aristida* spp), navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*). La topografía del terreno es de planos a lomeríos bajos. El suelo es de textura franco-arenosa a arcillo-arenosa. El clima es seco templado, con una precipitación pluvial de 300 mm anuales.

El pastizal amacollado abierto presenta gramíneas forrajeras como el zacate banderilla (*Bouteloua curtipendula*) y navajita velluda de acuerdo a COTECOCA (1978). La topografía es de laderas de sierra, lomeríos altos y medianos. El suelo es de textura franco-arenosa a areno-arcillosa. El clima dominante es seco templado con verano cálido, con precipitación pluvial de 300 a 400 mm anuales. El pastizal halófito abierto se encuentra en la región central del estado, con suelos de origen aluvial profundo (más de 50 cm) de color pardo grisáceo muy oscuro a negro, textura areno-limosa a franco-arcillosa, con pH de 8 a 10 (COTECOCA, 1978). El clima es muy seco templado con precipitación anual de 250 a 300 mm. Las especies más comunes son el zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), jiguite (*Eragrostis obtusiflora*) y ocasionalmente el zacate navajita y pelillo (*Muhlenbergia repens*).

En cada sitio se establecieron tres parcelas de campo para realizar los muestreos de vegetación y suelos en el mes de junio 2010. Cada parcela incluyó tres transectos permanentes de 50 m. Se realizaron muestreos de composición florística del pastizal por medio del muestreo de intercepto de línea. A la mitad de cada transecto se tomaron cuatro muestras de suelo en dos micrositios: suelo desnudo y debajo del zacate dominante y en dos profundidades: 0-15 y 15-30 cm. Las muestras se secaron en invernadero y se tamizaron en malla de 1.1 mm. Enseguida se formó una muestra compuesta por parcela con las muestras de los tres transectos para cada combinación de micrositio x profundidad. Las muestras de suelo fueron analizadas en analizador elemental para determinar el porcentaje de COS. Se realizaron tres fechas de muestreo: junio 2010, noviembre 2010 y noviembre 2011.

Los datos de COS fueron analizados en forma separada para cada tipo de pastizal bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial (Kirk, 1982). El análisis de varianza consideró los factores condición, micrositio y profundidad de suelo por medio de modelos lineales y medidas repetidas con Proc Mixed (SAS Institute Inc., 2012).

Resultados y Discusión

En el pastizal halófito, el COS fue influenciado por los efectos principales condición ($P \leq 0.0001$), micrositio ($P \leq 0.0001$) y profundidad de suelo ($P \leq 0.0001$). Además, el COS fue afectado por las interacciones condición*profundidad ($P \leq 0.0036$) (Gráfica 1) y micrositio*profundidad ($P \leq 0.0241$). Dentro de la interacción condición*profundidad, el COS varió desde un mínimo de $0.315 \pm 0.07\%$ en condición buena/profundidad de 15-30 cm hasta un máximo de $1.431 \pm 0.07\%$ en condición excelente/profundidad de 0-15 cm (Gráfica 1). Dentro de la interacción micrositio*profundidad, el COS fluctuó desde un mínimo de $0.387 \pm 0.07\%$ en suelo desnudo/profundidad de 15-30 cm hasta un máximo de $1.302 \pm 0.07\%$ en zacate/profundidad de 0-15 cm.

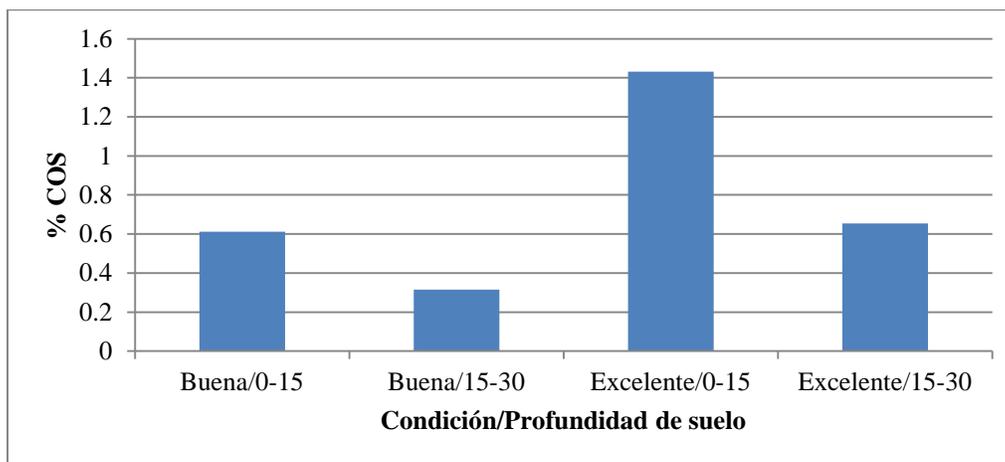


Figura 1. Contenido de carbono orgánico del suelo (COS) en un pastizal halófito abierto con diferente condición y profundidad de suelo (cm) en Chihuahua.

En el pastizal mediano abierto, el COS fue influenciado solamente por el micrositio ($P \leq 0.0207$) variando desde $0.578 \pm 0.03\%$ debajo del zacate navajita hasta $0.466 \pm 0.03\%$ en suelo desnudo. En el pastizal amacollado, el COS fue influenciado por los efectos principales de condición ($P \leq 0.0001$) y micrositio ($P \leq 0.0041$). Además, el COS fue afectado por la interacción condición*micrositio ($P \leq 0.0364$) (Gráfica 2), fluctuando desde $1.101 \pm 0.13\%$ en condición pobre/suelo desnudo hasta $2.834 \pm 0.13\%$ en condición excelente/debajo del zacate.

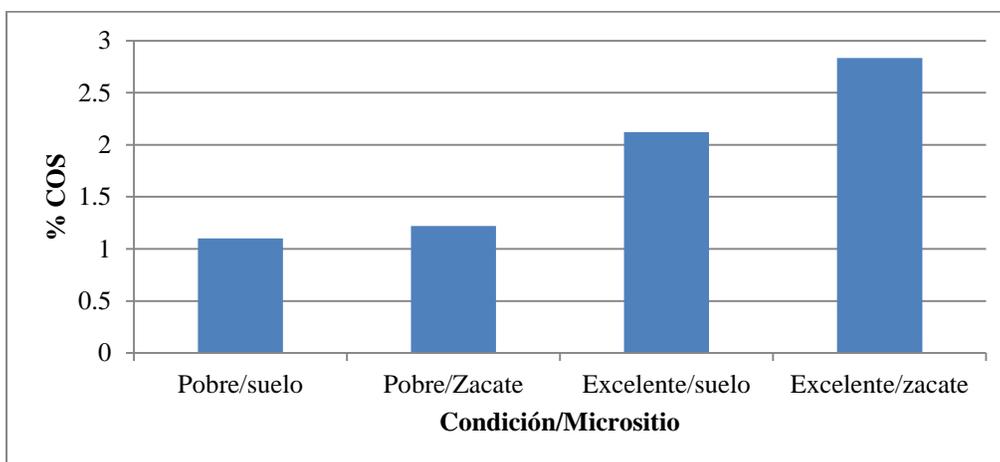


Figura 2. Contenido de carbono orgánico del suelo (COS) en un pastizal amacollado abierto con diferente condición y micrositio en Chihuahua.

En general, los pastizales con mayor contenido de COS fueron el pastizal amacollado en condición excelente y el pastizal halófito en condición excelente. En dos de los pastizales evaluados se encontró que una mejor condición del pastizal presenta mayor contenido de COS, lo cual concuerda con Schuman *et al.* (2002) quienes encontraron que el pastoreo moderado incrementa el contenido de carbono en pastizales lo cual sería equivalente a una mejor condición del pastizal en este trabajo. Reeder y Schuman (2002) también demostraron que el pastoreo ligero incrementa el carbono orgánico del suelo en comparación con la exclusión de pastizales. Medina-Roldán *et al.* (2008) también reportan un mayor contenido de carbono en suelo en un pastizal mediano con pastoreo moderado en comparación con áreas con sobrepastoreo o condición pobre.

Además se encontró que el COS depende de otros factores como el micrositio, lo cual significa que debajo de las plantas, se encuentra la mayor parte del carbono orgánico. Esto sugiere que aquellos pastizales que tienen una mayor cobertura de zacates muestran un mayor almacén de carbono y tienen una mayor capacidad de captura de carbono, como se muestra en los pastizales en mejor condición. También la profundidad de suelo fue un factor importante en la distribución vertical del COS en los pastizales, lo cual debe considerarse para la estimación del almacén de carbono en los pastizales evaluados.

Conclusiones

El contenido de COS varía con el tipo de pastizal y depende de la condición, el micrositio y la profundidad de suelo. La condición del pastizal es importante en el almacén de carbono del pastizal, por lo que prácticas como el manejo del pastoreo que mantengan y mejoren la condición del pastizal son favorables para incrementar el almacén de carbono en pastizales. Esta información es primordial para la estimación del potencial de mitigación de cambio climático y el establecimiento de programas de bonos de carbono en pastizales del estado de Chihuahua y sitios similares.

Agradecimientos

Se agradece al Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT- Gobierno del Estado de Chihuahua, por el apoyo financiero para realizar esta investigación.

Literatura Citada

- Brown, J.B. y J. Thorpe. 2008. Climate change and rangelands: responding rationally to uncertainty. *Rangelands*. 30(3): 3-6.
- Campbell, S., S. Mooney, J.P. Hewlett, D.J. Menkhaus y G.F. Vance. 2004. Can ranchers slow climate change? *Rangelands*. 26(4): 16-22.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la determinación de los Coeficientes de Agostadero). 1978. Chihuahua. SARH. Subsecretaría de Ganadería.
- de Steiguer, J.E., J.R. Brown y J. Thorpe. 2008. Contributing to the mitigation of climate change using rangeland management. *Rangelands*. 30(3): 7-11.
- Havstad, K.M., D. Peters, R. Skaggs, J. Brown, B. Bestelmeyer, E. Frederickson, J. Herrick y J. Wright. 2007. Ecological services to and from rangelands of the United States. *Ecological Economics*. 64(2): 261-268.
- Kirk, R.E. 1982. *Experimental Design*, 2nd ed. Brooks/Cole Publishing Co. Monterey, Cal.
- Medina-Roldán, E., J.T. Arredondo, E. Huber-Sannwald, L. Chapa-Vargas y V. Olalde-Portugal. 2008. Grazing effects on fungal root symbionts and carbon and nitrogen storage in a shortgrass steppe in central Mexico. *J. Arid Environments*. 72: 546-556.
- Reeder, J.D. y G.E. Schuman. 2002. Influence of livestock grazing on C sequestration in semiarid mixed-grass and short-grass rangelands. *Environmental Pollution*. 116(3): 457-463.
- Royo, M., A. Melgoza, J.S. Sierra, R. Carrillo, P. Jurado, R. Gutiérrez y F. Echavarría. 2005. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Gob. del Edo.-INIFAP-Fundación Produce Zacatecas. Zacatecas, Zac.
- SAS Institute Inc. 2012. SAS ver. 9.2. Statistical Analysis Software. Cary, North Carolina.
- Schuman, G.E., H.H. Janzen y J.E. Herrick. 2002. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental Pollution*. 116(3): 391-396.
- Valerio, V. A, E. Carreón H., A. Lafón T., J. M. Ochoa B., P. Calderón D., D. M. Soto V., C. Chacón Z. y E. Favela T. 2005. Distribución, Extensión Espacial y Condición de los Pastizales en el Estado de Chihuahua. *Protección de la Fauna Mexicana, A.C., The Nature Conservancy*. Chihuahua, Mexico. 55 p.

PASTIZALES: SU CONSERVACIÓN Y EL MARCO LEGAL EN MÉXICO

GRASSLANDS: THEIR CONSERVATION AND THE LEGAL FRAMEWORK IN MEXICO

Alberto Lafón¹, Enrique Carréon¹, José Luis Bordas¹ y Haydee Parra²

¹Protección de la Fauna Mexicana, A.C., ²World Wildlife Fund Programa Desierto Chihuahuense

Resumen

El ecosistema pastizal es uno de los más amenazados principalmente por causas antropogénicas tales como cambio de uso de suelo a tierras agrícolas y sobrepastoreo afectando además a especies de fauna en peligro de extinción. Aún y cuando existe un marco jurídico en México no existe un término legal de pastizal. Se recopilaron y analizaron leyes, reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas, tratados internacionales, jurisprudencia y normatividad relacionada con el uso, manejo y conservación de los pastizales y la diversidad ecológica asociada. Se integraron instrumentos e identificaron oportunidades en materia de normatividad relacionada a pastizales. Se identificaron elementos, legales y de política pública, necesarios para posicionar a los ecosistemas de pastizal y la diversidad biológica asociada como recursos prioritarios en el país. Se propone un mecanismo de articulación para el logro de acuerdos entre los niveles de gobierno para la adecuada aplicación de la ley.

Palabras clave: Conservación, Chihuahua, Marco Legal, México, Pastizales.

Introducción

Los pastizales es uno de los ecosistemas más amenazados en México y en particular en la Ecoregión Desierto Chihuahuense en donde enfrenta un acelerado proceso de cambio de uso de suelo; según WWF (2007) e INIFAP (2008), entre 1978 y 2003 los pastizales medianos del estado de Chihuahua han perdido cerca del 13% de su extensión. Del pastizal remanente sólo 1% se considera en buen estado y el resto está en diversos estados de deterioro debido a la fragmentación, sobrepastoreo y acelerado cambio de uso de suelo, esto ha tenido y tiene lugar en zonas donde se localizan las últimas poblaciones de berrendo mexicano (*Antilocapra americana mexicana*), afectando directamente también a las poblaciones de águila real (*Aquila chrysaetos canadensis*), halcón aplomado (*Falco femoralis septentrionalis*) y perrito de la pradera (*Cynomys ludovicianus*), especies que se encuentran legalmente protegidas a nivel nacional (SEMARNAT 2010) e internacional y su conservación es de interés a nivel de América del Norte. También se han visto afectadas más de 50 especies de flora silvestre con estatus de conservación federal (Royo y Melgoza 2005).

Esta situación se ha agravado en los últimos años, acompañado de la extracción desordenada del agua debido a la sobreexplotación de algunos acuíferos como lo es la cuenca de la Laguna de Tarabillas (Chávez-Rodríguez *et al.* 2007), así como apertura ilegal de la frontera agrícola, se calcula que se han perdido cerca de 400,000 has de pastizal en los últimos años (Carreón *et al.* 2008).

La gravedad de la problemática radica no solo en la pérdida de biodiversidad asociada a los pastizales, sino también en las afectaciones a la capacidad de producción ganadera. En particular,

las reservas de agua subterránea del estado están siendo explotadas sin que existan esfuerzos orientados a regular su explotación y promover el manejo sustentable de dicho recurso.

Las circunstancias actuales hacen imperativo entender mejor el marco jurídico y legal alrededor del manejo y uso sustentable de los pastizales y de la diversidad ecológica asociada a los mismos, así como la urgencia de establecer los mecanismos de coordinación entre los niveles de gobierno para la adecuada aplicación de la Ley.

Esto es debido a que aún y cuando existe una normatividad referente a uso de cambio de suelo, así como un marco jurídico en donde **no** se hace mención del término “pastizal”, pero si como se define en la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable (Artículo 7): *XLV. Vegetación forestal: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;* lo anterior refleja la no existencia de un “termino legal” de “**PASTIZAL**” en la legislación mexicana, por lo que se planteó como objetivo realizar un: “Análisis del marco jurídico, así como de normas oficiales mexicanas (NOM), tratados internacionales y jurisprudencia relacionada, en relación al manejo, uso sustentable, protección y conservación de los ecosistemas de pastizal y la diversidad ecológica asociada”.

Materiales y Métodos

Se recopilaron y analizaron leyes, reglamentos, normas, tratados internacionales, jurisprudencia y normatividad relacionada con el uso, manejo y conservación de los pastizales y la diversidad ecológica asociada.

Se consultó a H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, H. Congreso del Edo de Chihuahua, H. Ayuntamiento del Mpio. de Chihuahua, H. Ayuntamiento del Mpio. de Juárez, H. Ayuntamiento del Mpio. de Cuauhtémoc, Secretaria de Relaciones Exteriores, Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta, entre otros. Para agilizar la identificación de aspectos claves, obstáculos, perspectivas, se realizó un taller sobre el tema en la ciudad de México.

Para identificar asuntos administrativos relacionados con pastizales se concertaron y llevaron a cabo entrevistas con funcionarios de gobierno de diferentes dependencias identificando aspectos claves referentes a la normatividad vigente en materia de uso, manejo y conservación de los pastizales y la diversidad ecológica asociada.

Se integraron instrumentos y se identifican oportunidades. Se diseñó una matriz de evaluación para la valoración de las diferentes leyes, reglamentos, normas, tratados internacionales y jurisprudencias identificadas.

Resultados y Discusión

Se analizaron 23 Leyes Federales, 21 Reglamentos de dependencias, 8 Leyes Estatales, 7 Reglamentos de dependencias, 5 de Normatividad y Reglamentación Municipal, 29 Tratados Internacionales, 10 Jurisprudencias y 24 Normas Oficiales Mexicanas, de las cuales 7 son de Flora y Fauna, 4 de suelos, 7 de Impacto Ambiental, 5 de la Comisión Nacional del Agua y 1 de elaboración conjunta con otras secretarías.

Para agilizar la identificación de aspectos claves, obstáculos, perspectivas, se realizó un taller sobre “Análisis del Marco Legal para el Uso sustentable y conservación de los Pastizales y Agua

en el Norte de México” en la ciudad de México, contando con la participación de 20 personas representando a 11 instituciones, tanto gubernamentales como ONG.

De igual manera, para poder lograr la identificación de asuntos administrativos relacionados con pastizales se concertaron y llevaron a cabo 6 entrevistas con funcionarios de gobierno (tres delegados y tres subdelegados) de diferentes dependencias identificando aspectos claves referentes a la normatividad vigente en materia de uso, manejo y conservación de los pastizales y la diversidad ecológica asociada.

Un documento donde se integran instrumentos y se identifican oportunidades.

Se cuenta con una “matriz de valoración” de las leyes federales relacionadas con el uso, manejo y conservación de los pastizales y la diversidad ecológica asociada en el estado de Chihuahua.

Se cuenta con una “matriz de evaluación” de los reglamentos de leyes y dependencias federales relacionadas con el uso, manejo y conservación de los pastizales y la diversidad ecológica asociada, en el estado de Chihuahua.

Un documento donde se analizan las competencias gubernamentales en relación a cambios de uso de suelo, uso de energía eléctrica y conservación de de los ecosistemas de pastizal y su biodiversidad.

Un documento con observaciones y/o recomendaciones al marco legal y administrativo vigente.

Conclusiones

Se analizaron documentos sobre el marco jurídico relacionados con la conservación y manejo sustentable de los pastizales y su diversidad ecológica asociada.

Se puede señalar que si bien es cierto se cuenta con diversas legislaciones que se encargan de la protección de los múltiples ecosistemas existentes en nuestro país, se requiere una legislación federal que regule específicamente el uso sustentable y la conservación de los ecosistemas de pastizal. El marco jurídico que regula los Pastizales es ambiguo y carente de reglamentación específica, así como sanciones y estímulos para una debida protección del ecosistema. No existe definición legal del concepto de pastizal. Se destaca como amenaza el cambio de uso de suelo dada la fragilidad del pastizal, se detecta como debilidad la falta de coordinación institucional. Se requiere de una mayor difusión del ecosistema pastizal hacia la sociedad para su valoración como ecosistema prioritario.

Sobresale la cantidad de la normatividad relacionada con la conservación y manejo sustentable de los pastizales y su diversidad ecológica asociada; así como la falta de coordinación (transversalidad) entre las diferentes dependencias de gobierno relacionadas con el ecosistema pastizal.

Se requiere implementar estrategias que permitan promover acciones que contribuyan a la aplicación del marco legal vigente mediante reformas y cambios; así como aspectos de difusión y educación ambiental que coadyuven en el largo plazo a un mejor uso y conservación de este recurso natural.

Literatura Citada

- Carreón H. E., J. C. Guzmán-Aranda, C. Pinedo A. y A. Lafón T. 2008. Cambios en la cobertura vegetal de la Ecoregión Desierto Chihuahuense: Análisis retrospectivo de las décadas 1970 – 2000. En: Memorias V Simposio Internacional de Pastizales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
- Chávez-Rodríguez, A., A. Pinales-Munguía y R. De la Garza-Aguilar. 2007. Análisis de los estudios de disponibilidad del acuífero Laguna de Tarabillas y reevaluación de la misma mediante cuatro métodos

- hidrogeológicos alternativos. Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), Facultad de Ingeniería. División de Investigación y Postgrado, Chihuahua, México, 45pp
- INIFAP. 2008. Rancho Experimental la Campana 50 Años de Investigación y Transferencia de Tecnología de Pastizales y Producción Animal. A. Chávez-Silva, compilador. Libro Técnico No. 2. Chihuahua, México.
- Royo M., M., y A. Melgoza C. 2005. Las plantas con estatus para el estado de Chihuahua. Folleto Técnico No. 14. Campo Experimental La Campana – INIFAP. Chihuahua, Chihuahua, México.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo
- WWF. 2007. Análisis de cambios multitemporales en la Ecoregión Desierto Chihuahuense. Realizado por Enrique Carreón Hernández, PROFAUNA, para el Fondo Mundial para la Naturaleza, WWF, contrato KE40.

RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE SEIS GRAMÍNEAS COSECHADAS CADA 35 DÍAS EN CLIMA AW₁

YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF SIX GRASSES HARVESTED EVERY 35 DAYS IN AW₁ CLIMATE

Isaías López¹, Teresa B. García¹, Maribel Montero¹, Bertha L. Rueda¹

¹ Campo Experimental “La Posta” INIFAP

Resumen

Las especies estudiadas produjeron, en MS (kg/ha): Ángleton (*Dichantium aristhatum*) 18,929.5, Chetumal (*B. humidicola*) 20,739.6, Estrella de África (*Cynodon plectostahyus*) 16,762.4, Insurgente (*Brachiaria brizatha*) 15,545.7, Mombasa (*Panicum maximum*) 18,202.4, y Mulato (*B. brizantha* X *B. ruziziensis*) 16,568.7, como rendimientos anuales acumulados de cortes cada 35 días al rebrote, mismos que fueron producidos el 8% en época de sequía, el 12% en nortes y el 80% en lluvias. Además, se obtuvieron las curvas de producción de minerales, proteína cruda (PC), pared celular, celulosa, hemicelulosa, y lignina para el ciclo agrícola 2007-2008, de los cortes cada 35 días. El pasto con menor proporción de pared celular y celulosa fue el Mulato, el cual también estuvo entre los pastos con menos lignina y hemicelulosa, y con un porcentaje de PC intermedio. El Chetumal alcanzó los mejores rendimientos de MS, pero con la menor PC. Los mejores porcentajes de PC los tuvieron Estrella de África y Ángleton, aunque fueron los más lignificados. Bajo las condiciones del presente estudio, Estrella, Ángleton y Mulato fueron de los pastos más recomendables, aunque hace falta investigación para compararlos en cuanto a aceptación y respuesta productiva de los animales.

Palabras clave: gramíneas forrajeras tropicales, curvas de composición química, proteína cruda.

Abstract

The studied species produced, in MS (Kg/ha): Ángleton (*Dichantium aristhatum*) 18,929.5, Chetumal (*B. humidicola*) 20,739.6, Estrella de África (*Cynodon plectostahyus*) 16,762.4, Insurgente (*Brachiaria brizatha*) 15,545.7, Mombasa (*Panicum maximum*) 18,202.4, and Mulato (*B. brizantha* X *B. ruziziensis*) 16,568.7, as annual yields, accumulated from cuts every 35 days. Yields were produced 8% in the dry season, 12% in the windy season and 80% in the rainy season. Production curves of minerals, crude protein, cell wall, cellulose, hemicellulose, and lignin were obtained for the agriculture cycle 2007-2008, for the cuts every 35 days. The grass with least cell wall and cellulose proportion, was Mulato, which also was amongst the grasses with less lignin and hemicellulose, and with an intermediate PC percentage. Chetumal reached the best yields, but with the lowest PC. The best PC percentages were obtained by Estrella de África and Angleton, though they were also the most lignified. Under the condition of the current studio, Estrella, Ángleton and Mulato were the grasses most recommended, although further research is needed to attain animal acceptance and production responses.

Palabras clave: tropical forages, chemical composition curves, crude protein.

Introducción

En las regiones tropicales del Estado de Veracruz el sistema de producción de bovinos de doble propósito es mayoritario. Este se caracteriza porque las vacas crían a sus becerros y porque el ganado generalmente se encuentra en pastoreo bajo condiciones de temporal. Siendo que los forrajes son la principal o única fuente de alimento, es muy importante poder seleccionar las especies de mejor potencial y darles el manejo más adecuado.

Aunque se cuenta con publicaciones tecnológicas que describen las características de los forrajes tropicales y su manejo (López, et al 1999, Enríquez et al., 1999), hace falta información científica acerca de los cambios en el rendimiento y la calidad del forraje cosechado a través del tiempo.

En las 6 especies forrajeras estudiadas en este trabajo, la frecuencia de cortes cada 5 semanas se considera recomendable, y en esta frecuencia se estudiaron los porcentajes en base seca de minerales, proteína cruda, lignina, pared celular, celulosa y hemicelulosa, en el ciclo agrícola (2007-2008) en clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, AW₁.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental “La Posta”, en Paso del Toro, Veracruz, en clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (AW₁), según García (1973). Se evaluaron 6 especies: Angleton (*Dichantium aristatum*), Chetumal (*Brachiaria humidicola*), Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Mombasa (*Panicum máximum*) y Mulato (*Brachiaria brizantha X B. ruziziensis*), a los 35 días del rebrote en el ciclo agrícola 2007-2008.

La siembra se realizó el 26 de julio de 2006 y el corte de uniformidad se hizo el 6 de marzo de 2007, a partir de cuando se empezaron a cortar los pastos cada 5 semanas o 35 días. Se presentan los datos hasta el 29 de abril de 2008. Las especies cespitosas: Estrella de África y Chetumal, se cortaron a 5 cm. de la superficie del suelo, en las especies semiamacolladas: Insurgente y mulato, la altura de corte fue a 10 cm, y las amacolladas: Mombasa y Llanero, se cortaron a 20 cm.

Se fertilizó con 222.2 kg de urea, y 111.1 kg de superfosfato triple de calcio, por ha. La urea se aplicó en dos fracciones de igual tamaño: el 15 de Junio y el 7 de Septiembre de 2007, mientras que el superfosfato se aplicó todo junto, mezclado con la primera fracción de urea.

Se evaluaron rendimiento en kg/ha de MS y composición química: minerales, lignina, celulosa, hemicelulosa, pared celular, y proteína cruda. Se consideraron 3 épocas: lluvias, nortes y sequía.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, con cuatro repeticiones (bloques) para especie. El modelo utilizado fue: $Y_{ijk} = \mu + \beta_i + A_j + B_{ij} + E_k + E^*A_{jk} + \varepsilon_{ijkl}$; donde Y_{ijk} = Observación de la j-ésima especie, cortada en la k-ésima época, en el i-ésimo bloque, μ = Media general debida al ambiente, β_i = Efecto debido al i-ésimo bloque, A_j = Efecto debido a la j-ésima gramínea forrajera, B_{ij} = Parcela grande, correspondiente a la interacción de bloque por especie, E_k = Efecto de la k-ésima época, E^*A_{jk} = Efecto de la interacción entre época y especie, y ε_{ijkl} = Error experimental, que se supone se distribuye normal, independiente, con media cero y varianza sigma cuadrada: $\varepsilon \sim NI(0, \sigma^2)$.

Cuando se detectaron diferencias estadísticas significativas, se usó la prueba de comparación de medias siguiendo el método de Tukey con un nivel de significancia del 0.05.

Resultados y Discusión

Acerca de la producción anual de MS por especie (kg/ha), el Chetumal (a) produjo 20,740, Ángleton (ab) 18,930, Mombasa (ab) 18202, Estrella (ab) 16762, Mulato (ab) 16,569, e Insurgente (b) 15,546. Las diferentes especies producen desde 77 hasta 86% del total en lluvias, desde 5 a 16% en nortes y de 6 hasta 10% en sequía, pero en promedio, en lluvias, nortes y sequía se produjeron, respectivamente, el 80, 12 y 8% de la producción total anual: En kg/ha, esto es 14,251.4 en lluvias (a), 2,134.7 en nortes (b), y 1,405.3 en sequía (c). Literales iguales significan que no hubo diferencias significativas según Tukey ($P < 0.05$). En cuanto al rendimiento acumulado por época, tanto en lluvias como en sequía, el zacate Chetumal tuvo los mayores rendimientos, mientras que en Nortes, fue Mombasa junto con el Insurgente, el cual en las otras dos épocas tuvo los menores rendimientos (Cuadro 1).

Las medias de mínimos cuadrados de rendimiento por especie y corte se presentan en la Figura 1, en donde los cortes correspondientes a sequía fueron los dos primeros y los dos últimos; lluvias fueron del tercer al sexto corte (19 de Junio a 2 de Octubre de 2007), y las otras 4 fechas, del 6 de Noviembre de 2007 al 19 de Febrero de 2008, fueron de la época de nortes. Las flechas indican aproximadamente cuándo se aplicaron las fertilizaciones: El 15 de Junio y el 7 de Septiembre de 2007. Después de cada fertilización, se incrementó el rendimiento en casi todas las especies, aunque menos en la segunda aplicación, que en la primera.

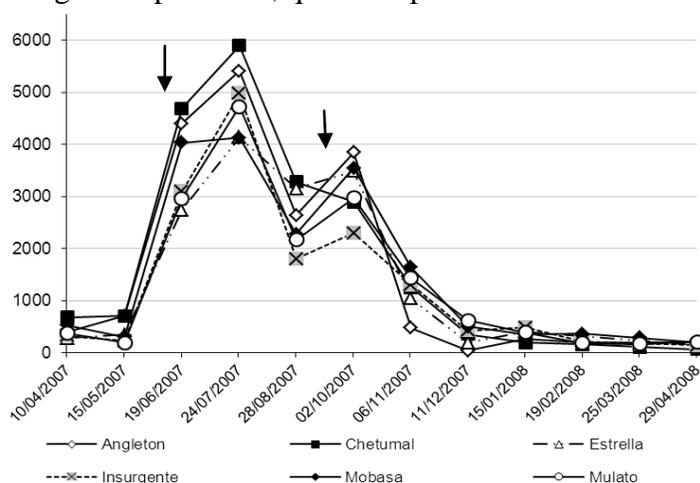


Figura 1. Medias de mínimos cuadrados de rendimiento de MS (kg/ha) de seis especies con cortes cada 35 días. Las flechas indican aproximadamente cuándo se aplicaron las fertilizaciones.

Los cortes de la época de lluvias tuvieron rendimientos elevados, especialmente en el corte de Julio, que generalmente es el mes más lluvioso. En el corte del 28 de Agosto de 2007 hubo una disminución marcada del rendimiento (Figura 1), probablemente debido en parte a la “canícula”, que es una etapa calurosa y seca dentro del período de lluvias.

Cuadro 1. Medias de rendimiento (kg/ha) para época del año y especie, y porcentaje del rendimiento por época con respecto al total, en cortes cada 35 días.

Especie	Rendimiento en Lluvias	% en Lluvias	Rendimiento en Nortes	% en Nortes	Rendimiento en Sequía	% en Sequía	Rendimiento Total
Ángleton	16293.5	86.1	981.6	5.2	1654.5	8.7	18929.5
Chetumal	16761.2	80.8	1964.7	9.5	2013.7	9.7	20739.6
Estrella	13503.3	80.6	1955.7	11.7	1303.3	7.8	16762.4
Insurgente	12148.9	78.1	2431.6	15.6	965.2	6.2	15545.7
Mombasa	13979.9	76.8	2846.4	15.6	1376.1	7.6	18202.4
Mulato	12821.7	77.4	2628	15.9	1119	6.8	16568.7
Global	14251.4	80.1	2134.7	12.0	1405.3	7.9	17791.4

En cuanto a composición química, los efectos debidos a Especie, Época y la interacción de ambos, fueron estadísticamente significativos para todas las variables estudiadas ($P < 0.01$). Las medias de mínimos cuadrados por época y por especie, y las diferencias por Tukey ($P < 0.05$) se presentan en el Cuadro 2. El Chetumal presentó con mayor frecuencia las menores lignificaciones a través de cortes. La lignina presentó menores porcentajes en la época de nortes. Los minerales (no se muestra) aumentaron su diferencia entre especies en época de sequía, e incrementó especialmente en el Mombasa; Minerales fue diferente en las 3 épocas, mayor porcentaje en nortes, y menor en sequía (Cuadro 2).

Cuadro 2. Medias de mínimos cuadrados de composición química en porcentaje, y diferencias por Tukey para época y especie en seis gramíneas tropicales. Literales iguales indican sin diferencia estadística ($P < 0.05$).

Factor	Proteína cruda	Minerales	Lignina	Celulosa	Hemicelulosa	Pared celular
Época EE:	0.23	0.14	0.11	0.27	0.33	0.31
Lluvias	9.4 a	10.5 b	3.0 a	41.9 a	27.9 b	66.8 a
Nortes	9.2 a	12.1 a	2.4 b	39.9 b	28.4 b	66.1 b
Sequía	6.7 b	8.7 c	2.9 a	37.0 c	33.0 a	67.1 a
Especie EE:	0.34	0.21	0.15	0.38	0.47	0.45
Estrella	10.0 a	8.8 c	3.3 a	40.3 c	34.7 a	71.7 a
Ángleton	8.9 ab	10.7 b	3.5 a	44.6 a	28.9 b	70.0 ab
Mulato	8.7 b	11.0 b	2.6 b	34.4 e	26.7 c	58.6 e
Insurgente	8.5 b	9.6 c	2.5 b	36.2 d	29.8 b	63.4 d
Mombasa	8.3 bc	12.3 a	2.5 b	42.8 b	26.9 c	67.3 c
Chetumal	7.0 c	11.0 b	2.2 b	41.3 c	29.7 b	68.8 bc

La proteína cruda (PC) fue igual en nortes y lluvias, mejor que en sequía. Cuatro días después de la primera fertilización, se hizo el corte del 19 de Junio (inicio de lluvias), en donde se produjeron los mejores porcentajes de PC, pero no el mejor rendimiento de MS del año. Debido a que la mayor parte del crecimiento de las plantas ya se había dado para este corte cuando se fertilizó, quizá fue en el siguiente corte de Julio donde sinergizaron los efectos de lluvia y fertilización, y llegó al máximo el rendimiento. Sin embargo, la segunda parte de la fertilización se hizo 17 días antes del corte del 2 de Octubre, pero este corte tuvo un porcentaje de PC menor al del corte anterior y bastante modesto, de alrededor del 6%; después la PC incrementó y se mantuvo en los 3 cortes siguientes (ultimo de la época de lluvias y 3 cortes en nortes). No sucedió así en el rendimiento de MS, pues cayó al finalizar la época de lluvias (Figuras 1 y 2). Por lo tanto, se observó un efecto menos marcado de la fertilización sobre la PC de lo que se esperaba.

En la Figura 2, destaca la mayor cantidad de PC del Estrella durante la época de nortes. En general PC llegó a un mínimo el corte anterior al inicio de la época de lluvias, el 15 de Mayo de 2007. Las desviaciones estándares para PC fueron mínimas (Figura 2).

Celulosa y Hemicelulosa en todos los cortes presenta diferencias entre especies (Figura 3); parece ser que tiende a haber menos hemicelulosa durante lluvias, y viceversa para celulosa.

El pasto con menor proporción de pared celular fue el Mulato. En forma lógica, asimismo Mulato tuvo los menores porcentajes de celulosa y estuvo entre los pastos con menos lignina y hemicelulosa; y con un porcentaje de PC intermedio. El Chetumal tuvo los mejores rendimientos totales, pero con la menor PC. Los mejores porcentajes de PC los tuvieron Estrella y Ángleton, pero también fueron los más lignificados (Cuadro 2).

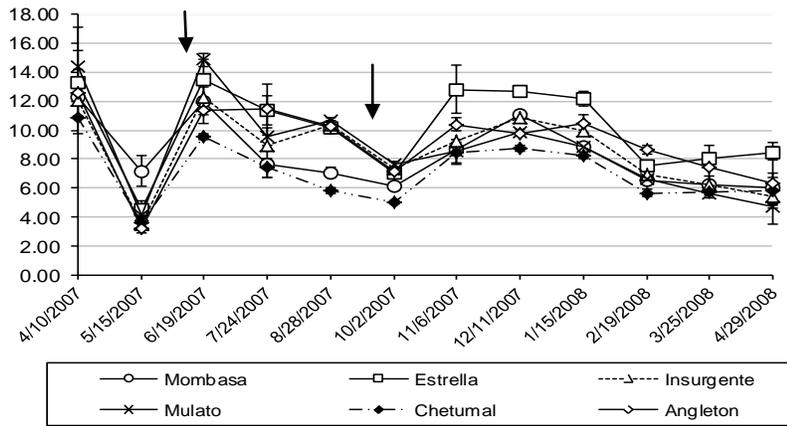


Figura 2. Curva de producción de Proteína cruda en el ciclo agrícola 2007-2008 con cortes cada 35 días. Las flechas indican aproximadamente cuando se aplicaron las fertilizaciones

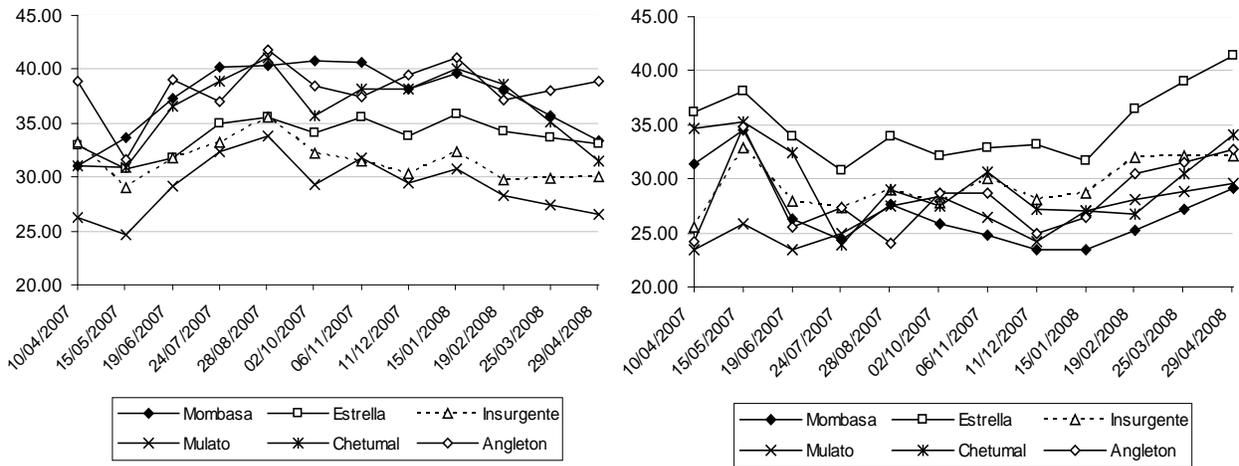


Figura 3. Curvas de producción de Celulosa (izquierda) y Hemicelulosa (derecha) con cortes cada 35 días en el ciclo agrícola 2007-2008.

Conclusiones

Bajo las condiciones del presente estudio, Estrella, Ángleton y Mulato fueron de los pastos más recomendables, por tener los mayores porcentajes de PC, aunque se encontraron otros pastos con mejores características para rendimiento y otros con menos lignina. Hace falta investigación para compararlos en cuanto a la respuesta selectiva y productiva del ganado.

Literatura Citada

- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2nd Ed. UNAM. México, D.F. 246 p.
- Enríquez, Q. J. Fco.; Fco. Meléndez N.; E.D. Bolaños A. 1999. Tecnología para la producción y el manejo de los forrajes tropicales en México. INIFAP. CIRGOC. Libro Técnico No. 7. Veracruz, México. 262 p.
- López, G. I. 1999. Producción, Manejo y Conservación de Forrajes Tropicales. En: Tecnología INIFAP para el nuevo milenio. Memorias del Día del Ganadero. Campo Experimental “La Posta”. Memoria Técnica Num. 5. INIFAP-CIRGOC. Veracruz, México. Pp 1-25.

RENDIMIENTO DE FORRAJE DE SEIS GRAMÍNEAS COSECHADAS A CUATRO FRECUENCIAS DE CORTE EN CLIMA AW₁

FORAGE YIELD OF SIX GRASSES HARVESTED AT FOUR CUTTING FREQUENCIES IN AW₁ CLIMATE

Isaías López¹, Teresa B. García¹, Maribel Montero¹, Yadira López², Bertha L. Rueda¹

¹ Campo Experimental “La Posta” INIFAP, ² Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-UV

Resumen

En los trópicos los bovinos pastorean en praderas bajo condiciones de temporal. La capacidad de carga varía a través del año, haciendo necesario conocer las curvas de producción de los pastos para poder mejorar el manejo. El objetivo de este trabajo fue obtener el rendimiento total y por época y las curvas de producción en MS de pastos cosechados a cuatro frecuencias de corte en clima Aw₁. Se encontraron diferencias significativas para especie y frecuencia de corte pero no para su interacción. Las especies estudiadas fueron: Ángleton (*Dichantium aristhatum*), Chetumal (*B. humidicola*), Estrella de África (*Cynodon plectostahyus*), Insurgente (*Brachiaria brizatha*), Mombasa (*Panicum maximum*), y Mulato (*B. brizantha* X *B. ruziziensis*), cuyos rendimientos anuales en kg/ha de MS fueron: 16,990, 18,195, 14,432, 15,053, 18,039, y 15,171, respectivamente. Estos rendimientos se produjeron el 8% en época de sequía, el 12% en nortes y el 80% en lluvias. Para cortes cada 21, 28, 35 y 42 días los rendimientos fueron 11,752, 15,712, 17,791, and 19,998 kg/ha, respectivamente. Es necesaria la conservación de forraje producido durante la época de lluvias, para utilizarse en las épocas tanto de sequía como de nortes. Bajo las condiciones de este estudio, los pastos con mejores potenciales forrajeros en producción de materia seca total anual, y por época, fueron el Chetumal y el Mombasa.

Palabras clave: gramíneas forrajeras tropicales, rendimiento de materia seca.

Abstract

In the tropics cattle graze prairies under temporal conditions. Carrying capacity varies throughout the year, making it necessary to know grasses' production curves in order to improve management. The objective of the present work was to obtain total and by season yields and production curves in DM of grasses harvested at four cutting frequencies under an Aw₁ climate. In general, there were significant differences between species and cutting frequencies, but not for their interaction. The studied species were: Ángleton (*Dichantium aristhatum*), Chetumal (*B. humidicola*), Estrella de África (*Cynodon plectostahyus*), Insurgente (*Brachiaria brizatha*), Mombasa (*Panicum maximum*), and Mulato (*B. brizantha* X *B. ruziziensis*), with annual yields in kg/ha DM of: 16,990, 18,195, 14,432, 15,053, 18,039, and 15,171 kg/ha, respectively. The yields by season were, 8% produced during the dry season, 12% in the windy season and 80% in the rainy season. For the cutting frequencies every 21, 28, 35 or 42 days, the yields were 11,752, 15,712, 17,791, and 19,998 kg/ha, respectively. It is necessary the conservation of forage produced during the rainy season to be used not only in the dry, but also in the windy season. Under the conditions of the present study, the grasses with the best potential for dry matter annual total forage production, and by season, were Chetumal and Mombasa.

Key words: Tropical grasses, dry matter yield.

Introducción

La superficie total del estado de Veracruz es de 7'241,005 hectáreas, de las cuales 49% son pastizales (INEGI, 2004) donde se mantienen 4 millones de cabezas de bovinos perteneciente al sistema de producción pecuaria denominada de doble propósito (SDP).

El SDP se caracteriza porque las vacas crían a sus becerros y porque los forrajes representan la principal y a veces la única fuente de alimento de los animales. Tradicionalmente el uso de tecnología es escaso, con una consecuente baja producción, tanto por animal como por unidad de superficie (ha). Por tal motivo, se requieren trabajos experimentales con los que se aumenten los conocimientos para mejorar las prácticas del manejo de las praderas y así aprovechar mejor los forrajes más comunes de las regiones tropicales para la producción de leche y carne de bovino. Lamentablemente, en estas regiones todavía existen miles de hectáreas cubiertas por especies nativas de bajo valor forrajero y una gran cantidad de praderas en regulares o malas condiciones debido al mal manejo que han recibido.

Las decisiones acerca de las especies de pastos a utilizar, así como las determinaciones de carga animal, son fundamentales para la productividad de las explotaciones. Otras prácticas, como la rotación de potreros, también pueden contribuir a mejorar la producción animal de manera sustentable. Sin embargo, es necesario hacer investigación aplicable para obtener información acerca del rendimiento de las diferentes especies forrajeras, así como sus curvas de producción, para sustentar de manera científica las recomendaciones que se les ofrezcan a los productores acerca del potencial de diferentes especies forrajeras y cuál es su mejor manejo.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el Campo Experimental “La Posta”, en Paso del Toro, Veracruz, en clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, Aw_1 (García, 1973). Se evaluaron 6 especies de zacates: Ángleton (*Dichantium aristatum*), Chetumal (*Brachiaria humidicola*), Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Mombasa (*Panicum máximum*) y Mulato (*Brachiaria brizantha X B. ruzizensis*), a los 21, 28, 35 y 42 días de rebrote.

La siembra se realizó el 26 de julio de 2006. El corte de uniformidad se hizo el 6 de marzo de 2007 y a partir de entonces se empezaron a cortar los pastos a sus correspondientes frecuencias. Los períodos analizados estadísticamente corresponden a un ciclo agrícola, y fueron, para las frecuencias de corte de cada 21, 28, 35 y 42 días, respectivamente: del 29 de Mayo de 2007 al 20 de Mayo de 2008, del 29 de Mayo de 2007 al 27 de Mayo de 2008, del 15 de Mayo de 2007 al 3 de Junio de 2008, y del 29 de Mayo de 2007 al 29 de Abril de 2008.

El tamaño de las parcelas por especie fue 12.5 m^2 , dentro de las cuales se efectuaron las cuatro frecuencias de corte. La parcela experimentalmente útil se consideró de 4.0 m^2 con 0.5 m libres a todos los lados para evitar el efecto de orilla. La distancia entre parcelas dentro de un mismo bloque se hizo de 1.0 m, y entre los bloques y alrededor del jardín, de 2.0 m.

En las especies rastreras: Estrella de África, Chetumal y Ángleton, la altura de corte fue a 5 cm del suelo; en las semiamacolladas: Insurgente y mulato, fue a los 10 cm; y en la especie amacollada: Mombasa, esta altura fue a 20 cm.

Se consideró como época de lluvias al periodo entre el 15 de junio y el 14 de octubre, nortes del 15 de octubre al 14 de febrero y secas entre el 15 de febrero y el 14 de junio.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, con cuatro repeticiones (bloques) para parcela mayor que representa especie de gramínea y 24 repeticiones para parcela menor que representa frecuencia de corte.

Las variables de respuesta fueron rendimiento total acumulado de materia seca en el ciclo agrícola, y por época.

El modelo utilizado fue: $Y_{ijk} = \mu + \beta_k + A_i + E_{ik} + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$. donde: Y_{ijk} = Observación de la i -ésima especie, cortada a la j -ésima frecuencia de corte en el k -ésimo bloque, μ = Media general debida al ambiente, β_k = Efecto debido al k -ésimo bloque, A_i = Efecto debido a la i -ésima gramínea forrajera, E_{ik} = Error experimental para parcela mayor, B_j = Efecto debido a la j -ésima frecuencia de corte, $AB_{(ij)}$ = Efecto debido a la interacción de especie por frecuencia, ε_{ijk} = Error experimental para frecuencia de corte e interacción, que se asume se distribuye normal e independiente, con media cero y varianza sigma cuadrada: $\varepsilon \sim NI(0, \sigma^2)$.

La prueba de comparación de medias para las diferencias estadísticas significativas, fue por el método de Tukey con un nivel de significancia del 0.05.

Resultados y Discusión

Por frecuencia de cortes, el mayor rendimiento anual se obtuvo con cortes cada 42 días: 19,998 kg/ha. Los cortes cada 21, 28 y 35 días rindieron el 59, 79 y 89% de esa cantidad, resultando las frecuencias de corte de cada 28 y de cada 35 días, estadísticamente iguales (Cuadro 1).

Para observar los cambios en la producción de forraje, la Figura 1 muestra las medias de producción por corte de las cuatro frecuencias estudiadas, efectuados en 365 días a partir del corte de uniformidad (día 1), el 6 de Marzo de 2007. Se observa que las frecuencias de corte cada 35 y 42 días tuvieron medias de rendimientos por corte similares, excepto en el corte del punto 126 de la frecuencia cada 42 días, correspondiente al 10 de Julio de 2007 (flecha). En este corte se produjeron 9,087 kg/ha, que es el 45.4% del total producido en el ciclo agrícola (Cuadro 1), a una tasa de crecimiento de 203.1 kg/ha/día (en el corte anterior sólo se produjeron 558.8 kg/ha).

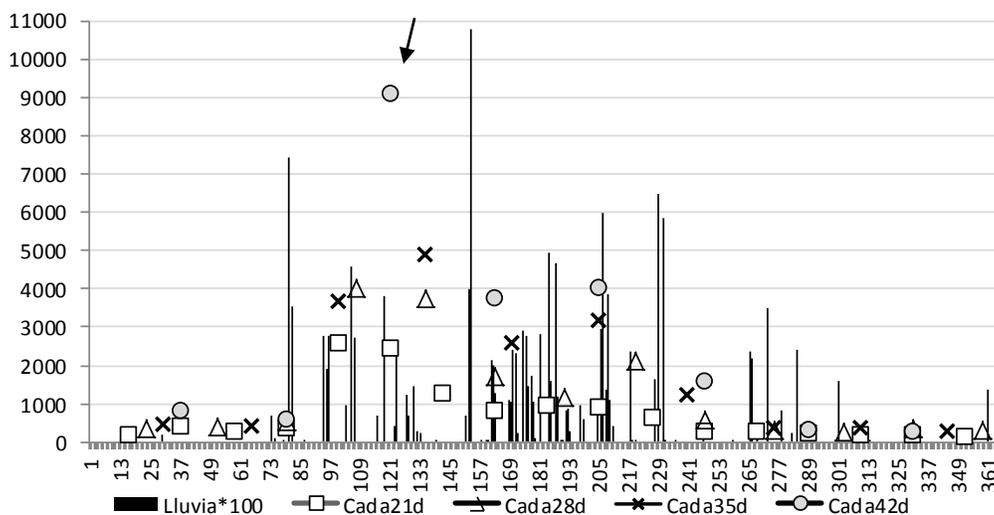


Figura 1. Medias del rendimiento (kg/ha) por corte durante 365 d, en las 4 frecuencias de corte. La precipitación por día (mm) se muestra en una escala de 1:100.

En la Figura 1 se observa cómo únicamente al inicio de la época de lluvias, los pastos crecieron a tal velocidad, i.e. la frecuencia de cortes cada 21 y cada 42 días comparten corte el 10 de Julio, con producciones muy diferentes, pero posteriormente las diferencias entre las producciones de las 4 frecuencias de corte, disminuyeron, aun cuando hubo más lluvias y de mayor intensidad después del 10 de Julio. Por lo tanto, el crecimiento de los pastos no es lineal, sino que parece obedecer al ambiente, con respuesta rápida al inicio de lluvias, pero con tasas de crecimiento menores para cuando la época de lluvias ya se encuentra bien establecida.

Los Cuadros 1 y 2 muestran las diferencias significativas ajustadas por Tukey ($P = 0.05$) para rendimiento por época, para frecuencia de corte, y para especie.

El Cuadro 1 muestra que los porcentajes producidos en lluvias, nortes y sequía en la frecuencia de cortes cada 21 días, fueron 76%, 15%, y 9%, respectivamente; Igualmente para la frecuencia de corte cada 28 días: 80.9%, 9.4%, y 9.7%; cada 35 días: 80.1%, 12%, y 7.9%, y cada 42 días: 84.3%, 10.9%, y 4.8%. Por lo tanto, a medida que se incrementó el intervalo entre cortes, aumentó la estacionalidad, siendo la frecuencia de corte cada 42 días la que presenta la mayor estacionalidad.

Por otra parte, los totales (kg/ha) globales para lluvias, nortes y sequía fueron de 15,172.7 (80.8%), 1,990.9 (11.6%), y 1,211.4 (7.6%), muestran lo marcado de la estacionalidad.

El ganado que consume los forrajes generalmente requiere una disponibilidad homogénea a través del año. Si se considera que cada estación dura aproximadamente un tercio del año (~33% del año), debería haber una disponibilidad correspondiente del forraje total producido en cada una de las tres épocas.

Sin embargo, en vez del 33% del total de forraje por época, sólo tienen disponibles el 8% en sequía y el 12% en nortes, y sobra en lluvias, pues el 80% del forraje se produce en esta época, aunque la mayor parte, al inicio de lluvias. El desvío de la proporción requerida por época (~33%) entonces debe ser: $(1-(n/33)*100)$, donde n es el % de la MS que realmente se produce por época. En base a esto, en nortes falta alrededor del 64% del total de forraje que requiera el ganado, en sequía falta un 76%, mientras que en lluvias sobra el 142% de la MS requerida. Sin embargo, la producción no es homogénea, sino que los pastos crecen a su mayor velocidad anual al principio de la época de lluvias. Por esa razón, en base a los resultados de este estudio, el momento ideal para conservar forraje sería a las 6 semanas, 42 días, del inicio de lluvias.

Cuadro 1. Medias de rendimiento (kg/ha) por frecuencia de corte y época del año, y porcentaje del rendimiento por época con respecto al total. Literales iguales indican sin diferencia estadística significativa, según Tukey ($P < 0.05$)

Frecuencia de corte	Rendimiento en lluvias	% en Lluvias	Rendimiento en nortes	% en Nortes	Rendimiento en sequía	% en Sequía	Rendimiento Total
Cada 21 días a	8927.2	76.0	1768.6	15.0	1056.4	9.0	11752.2
Cada 28 días b	12707.2	80.9	1479.6	9.4	1525.2	9.7	15712.0
Cada 35 días b	14251.4	80.1	2134.7	12.0	1405.3	7.9	17791.4
Cada 42 días c	16866.0	84.3	2174.6	10.9	957.6	4.8	19998.2
Promedios Globales y porcentajes	13188.0	80.8	1889.4	11.6	1236.1	7.6	16313.4

El Cuadro 2 muestra las medias y las diferencias entre especies en cuanto a su producción por época. Tanto en lluvias como en sequía, el Chetumal, Mombasa y Ángleton fueron los que mayores rendimientos tuvieron, pero en época de nortes, fueron Mulato, junto con Mombasa, Insurgente y Chetumal.

En cuanto al rendimiento acumulado de MS en el ciclo agrícola, las producciones fueron (kg/ha): 18,195 para Chetumal (a), 18,039 para Mombasa (a,b), 16,990 para Ángleton, 15,171 para Mulato (c), 15,053 para Insurgente (c), y 14,432 para Estrella (c); las literales iguales indican sin diferencia estadística significativa entre especies. En consecuencia, el Chetumal y el Mombasa fueron los mejores pastos en cuanto a rendimiento, tanto anual como por época.

Cuadro 2. Medias de mínimos cuadrados de seis especies de gramíneas por época. Literales iguales indican sin diferencia estadística significativa, según Tukey (P<0.05)

Lluvias; EE = 663.5		Nortes; EE = 125.9		Sequía; EE = 69.2	
Chetumal a	14898.5	Mulato a	2248.3	Chetumal a	1464.9
Mombasa a,b	14567.9	Mombasa a, b	2076.8	Mombasa a, b	1394.3
Ángleton a, b, c	14206.7	Insurgente a, b, c	2010.8	Ángleton a, b	1236.4
Mulato b, c	11896.5	Chetumal a, b, c	1831.2	Insurgente a, b, c	1188.7
Insurgente b, c	11853.9	Estrella b, c	1621.7	Estrella b,c	1106.6
Estrella c	11704.3	Ángleton c	1547.3	Mulato c	1025.7

Conclusiones

La estacionalidad ocurre en clima AW₁ porque el 80% del rendimiento se produce en lluvias, 12% en nortes y 8% en sequía. A medida que aumentan los días entre cortes, la producción de MS tendió a aumentar para la época de lluvias, pero no para nortes o sequía, por lo que se acentuó la estacionalidad.

Si se requiere una disponibilidad de forraje homogénea a través del año para los animales, en nortes alrededor del 64% de la MS deberá ser suministrada por medio de forrajes conservados o similares, y en sequía deberá complementarse el 76% de los requerimientos de MS; pero en lluvias sobra el 142% de la MS requerida, que se produce en forma no homogénea, con mayor disponibilidad al principio de la época de lluvias. Por esto, en nortes y en sequía, los animales se deben alimentar mayoritariamente con forrajes conservados, y la conservación de forrajes deberá ser preferentemente al principio de la época de lluvias.

Bajo las condiciones de este estudio, los pastos de mejor potencial forrajero en cuanto a producción de materia seca, fueron el Chetumal y el Mombasa.

Literatura Citada

- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. 2nd Ed. c UNAM. México, D.F. 246 p.
- INEGI, 2004 Anuario Estadístico. Veracruz de Ignacio de la llave. Tomo I. Gobierno del estado de Veracruz de Ignacio de la llave. 20 p.

APLICACIÓN DE SENSORES REMOTOS PARA ESTIMAR PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA EN PASTIZALES DE CHIHUAHUA, MÉXICO

APPLICATION OF REMOTE SENSING TO ESTIMATE NET PRIMARY PRODUCTIVITY IN THE GRASSLANDS OF CHIHUAHUA

Pablito M. López S.¹, Carmelo Pinedo A.², Carlos Morales N.² y Cristina Vélez S.²

¹*Estudiante de posgrado de la Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico R. Almada, Km 1 de la carretera Chihuahua-Cuahtemoc. Chihuahua, Chih. México Tel. (614) 434-0303*

²*Profesor de la Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico R. Almada, Km 1 de la carretera Chihuahua-Cuahtemoc. Chihuahua, Chih. México Tel. (614) 434-0303.
Dirección de correspondencia: inglopez_13@yahoo.com.mx*

Resumen

Además de sustentar la producción de carne bajo condiciones de pastoreo, los pastizales representan un potencial para el secuestro de carbono. El objetivo fue estimar la PPN mediante el modelo de eficiencias de Monteith (1972) en pastizales. Se utilizaron imágenes multiespectrales Landsat TM5 de marzo de 2011 y datos del radiómetro CROSPCAN® MSR5R de junio y julio de 2011. Se establecieron Sitios Permanentes de Muestreo (SPM) en dos ranchos ganaderos con un sistema de posicionamiento global bajo un muestreo sistemático que cubren una superficie de 225 ha. En cada SPM se muestreó 45 Puntos Generales de Muestreo (PGM). Los coeficientes de regresión fueron significativos ($P < 0.0001$), la banda 1 (B1) explicó el 41% de la variabilidad en los porcentajes de reflectancia. Los valores NDVI para Amanes oscilaron de -0.55 a 0.14 y La Tinaja presentó valores negativos de -0.28 a -0.05. El Índice de Reflectancia Fotoquímica (IRF) presentó estrecha relación con las reflectancias, con valores de -1.05 a 0.03 $\text{gMS}\cdot\text{MJ}^{-1}$ Amanes y de -0.631 a 0.04 $\text{gMS}\cdot\text{MJ}^{-1}$ para La Tinaja. La PPN varió entre 200 y 1000 $\text{gMS}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$ en el rancho Amanes. La Tinaja varió entre 150 y 450 $\text{gMS}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$. Las técnicas de teledetección son útiles para estimar PPN a escala local y así determinar el potencial de almacén de carbono. La precipitación fue un factor determinante en la estimación de la PPN en pastizales y matorrales reflejado en el NDVI y el IRF.

Palabras clave: índices espectrales, productividad primaria neta, radiometría, teledetección.

Introducción

Los pastizales del estado de Chihuahua forman parte de los pastizales centrales de América del Norte. Además de sustentar la producción de carne bajo condiciones de pastoreo, los pastizales también proporcionan importantes servicios ambientales como producción de agua, atenuación de escurrimientos y erosión y secuestro de carbono entre otros. Estudios recientes indican que en los últimos años su productividad y estado de salud se han reducido y deteriorado debido al cambio climático (PACP-Ch, 2011). Según la FAO (2010) las estimaciones globales de tierras de pastizales ocupan aproximadamente 3 400 millones de ha. Representan un potencial para la mitigación de gases de efecto invernadero al absorber y almacenar el dióxido de carbono (CO_2) presente en la atmósfera (Follet y Reed, 2010). En este contexto el creciente cambio climático exige estudios que incluyan estimaciones precisas sobre la capacidad de almacenamiento y secuestro de carbono en ecosistemas de pastizales (Quesada *et al.*, 2010). Un componente clave para dichas estimaciones es la Productividad Primaria Neta (PPN) que representa el flujo neto de carbono de la atmósfera a las plantas por

unidad de área y de tiempo e influye directamente en el balance del carbono global (Clark *et al.*, 2001). La aplicación de sensores remotos para estimar la productividad en la biomasa de la vegetación a través de su firma espectral (reflectancia) derivan una gran confiabilidad para el monitoreo de las fluctuaciones de los pastizales (Reeves *et al.*, 2006). La reflectancia es una variable cuyos valores son comparables para los diferentes tipos de superficies (agua, suelo desnudo, vegetación) lo que hace más sólida la interpretación de los datos y el análisis de información de los sensores (Chuvienco, 2008). Paruelo (2010) señala que las metodologías actuales para estimar variables de flujos de carbono en los procesos ecosistemáticos dependen principalmente de la radiación absorbida y de su eficiencia de conversión en compuestos carbonados. Monteith (1972) propuso que la PPN de una cubierta vegetal es proporcional a la cantidad total de radiación fotosintéticamente activa incidente (RFA), a la fracción de la radiación interceptada por los tejidos verdes estimada a partir de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI por sus siglas en inglés) y el uso de la radiación (EUR) estimada a su vez con el índice de reflectancia fotoquímica (IRF). El resultado representa el flujo neto de carbono de la atmosfera a las plantas por unidad de tiempo y por unidad de superficie ($\text{gMS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$) (Bremer y Ham, 2010). El objetivo de este trabajo fue estimar la PPN mediante el uso del modelo de eficiencias con sensores remotos en dos estratos de vegetación: pastizal y matorral.

Materiales y Métodos

Los datos se obtuvieron de dos Sitios Permanentes de Muestreo (SPM) ubicados en rancho Amanes en las coordenadas geográficas $28^{\circ} 26'$ Lat N y $106^{\circ} 36'$ Long W, presenta bosque de encino-pino. Los árboles característicos son *Juniperus monosperma*, *Pinus cembroides*, *Quercus chihuahuensis*, *Q. emoryi* y *Q. grisea*. El bosque se asocia al pastizal natural abierto, con zacates diversos como *Aristida sp.*, *Bouteloua gracilis*, *B. hirsuta*, *B. chondrosioides*, *B. dactyloides*, *Heteropogon contortus*, *Lycurus phleoides*, *Muhlenbergia minutissima*, *Panicum hallii* y *Setaria macrostachya* y rancho La Tinaja con coordenadas $28^{\circ} 21'$ Lat. N y $106^{\circ} 17'$ Long W (Figura 1), presenta un pastizal natural integrado por especies de los géneros *Bouteloua*, *Aristida*, y *Muhlenbergia*. También están presentes especies de matorral espinoso como *Prosopis juliflora*, *Fouquieria splendens*, *Jatropha dioica*, *Opuntia spp.*, *Parthenium argentatum*, *P. incanum*, *Rhus microphylla* y *Mimosa spp* (INEGI, 2003). Se utilizaron datos espectrales de bandas del satélite Landsat TM 5 (Thematic Mapper) con fecha del día 6 de marzo del año 2011. Los datos radiométricos se obtuvieron con el radiómetro CROPSCAN® MSR5R mide tanto la radiación incidente como la reflejada en la región del 450 - 1750 nm del espectro electromagnético cuenta con cinco filtros que simulan las primeras cinco bandas de Landsat TM. El diseño de muestreo consistió en un muestreo sistemático (SPM) el cual representa un área cuadrangular de 225 ha ($1.5 \text{ km} \times 1.5 \text{ km}$) que contiene en su interior nueve Estaciones de Muestreo (EM) de 1 ha ($100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$) conformadas por los puntos generales de muestreo (PGM) en cada extremo. La colecta de datos radiométricos se realizó a una altura de 3.20 metros por encima del dosel de la vegetación.

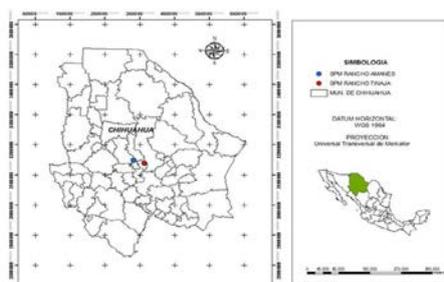


Figura 1. Localización de los SPM de estudio.

La estimación de la PPN se utilizó el modelo de eficiencias de Monteith (1972):

$$PPNA \text{ (gMS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}) = \text{RFA (MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}) \cdot \text{fRFAA} \cdot \text{EUR (gMS} \cdot \text{MJ}^{-1})$$

Donde:

RFA: radiación fotosintéticamente activa.

fRFA: fracción de esta radiación interceptada por los tejidos verdes estimada por el NDVI.

EUR: eficiencia en el uso de la radiación estimada por el IRF.

Todos los procesos fueron realizados en el software IDRISI KILIMANJARO®. La relación entre los porcentajes de reflectancia calibrados de la imagen del sensor Landsat TM y los valores de reflectancia espectral del radiómetro se analizaron mediante técnicas de regresión en el paquete estadístico SAS® 9.2. Donde los Niveles Digitales (ND's) convertidos en porcentaje de reflectancia calibrada de la imagen fue la variable independiente y los datos de campo (porcentaje de reflectancia del radiómetro) como dependiente.

Resultados y Discusión

El Cuadro 1 muestra el resultado del análisis de regresión, en general, los coeficientes de regresión obtenidos fueron significativos ($P < 0.0001$). La tendencia de las relaciones fue positiva en las cinco bandas. Las ecuaciones obtenidas presentaron coeficientes de determinación máximos de $R^2 = 0.41$, lo que implica que el 41% de la variación de los porcentajes de reflectancia en campo están explicados por los ND's convertidos en porcentaje de reflectancia calibrada de la imagen en la banda 1 (B1) (Figura 2).

Cuadro 1. Análisis de regresión simple para las relaciones de reflectancia del radiómetro CROPSCAN® MSR5R y las bandas de Landsat TM

Ecuación ^a	Bandas TM	N	R ²	α
$Y_i = -2.8 + 3.10X_i$	B1	45	0.41	<0.0001
$Y_i = 11.1 + 3.10X_i$	B2	45	0.33	<0.0001
$Y_i = 7.11 + 2.01X_i$	B3	45	0.33	<0.0001
$Y_i = 13.2 + 2.19X_i$	B4	45	0.37	<0.0001
$Y_i = -7.0 + 0.84X_i$	B5	45	0.23	<0.0001

^a Ecuación $Y_i = B_0 + B_1X_i$, donde B_0 es la ordenada al origen y B_1 es el coeficiente de regresión (indica unidades de cambio en Y por cada unidad de incremento en X).

B= Banda del sensor Landsat TM

N= Tamaño de muestra

R²= Coeficiente de determinación. Proporción de la variabilidad en el porcentaje de reflectancia en campo (Y) que es explicada por los niveles digitales convertidos en porcentaje de reflectancia calibrada de la imagen en la banda (X).

α=Nivel de significancia o Probabilidad de cometer error tipo I. Confiabilidad = $(1-\alpha) \cdot 100$.

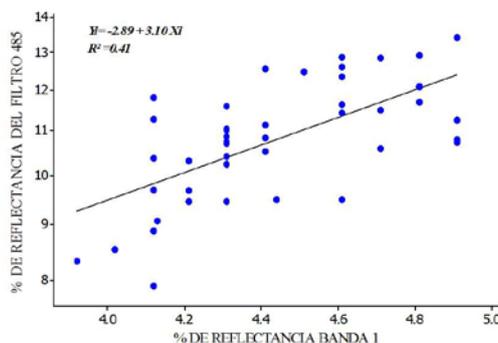


Figura 2. Tendencia del ajuste del porcentaje de reflectancia de la banda 1 del sensor Landsat TM.

En diversos trabajos se obtuvieron coeficientes de determinación con rangos de 0.46 a 0.77 entre datos reflejados del sensor Landsat TM y parámetros biofísicos (reflectancias) de pastizales utilizando radiómetros Crosplan (Mirik *et al.*, 2006; López y Altesor, 2011). Los valores del NDVI originados de la aplicación del mejor modelo de regresión ($R^2=0.41$) para el rancho Amanes se ubicaron de -0.55 a 0.14. El valor máximo negativo se relaciona con la condición verde de la vegetación en el área. El rancho La Tinaja presentó valores negativos de -0.28 a -0.05. Estos valores en los dos ranchos están influenciados por la baja actividad fotosintética, ocasionada por la baja precipitación (Guershman *et al.*, 2003). La EUR estimada a través del IRF presentó un comportamiento variable asociado a la pérdida de radiación al no haber fotosíntesis mediante calor o fluorescencia en los dos ranchos. Los valores de la EUR varía a su vez estacionalmente, Piñeiro *et al.* (2006), muestran en pastizales variaciones entre estaciones del 0.2 a $1.2 \text{ gMS} \cdot \text{MJ}^{-1}$ al utilizar variables climáticas. Los valores de PPN mostraron una relación directa con la cantidad fotosintética de la vegetación (NDVI) y la EUR (IRF) según el patrón de las condiciones ecológicas de cada región. La Figura 3 muestra los valores de PPN del rancho Amanes con rangos de 200 a $1000 \text{ gMS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$. Los valores de 200 a $400 \text{ gMS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$ corresponden a la presencia del pastizal natural abierto. Los valores altos de PPN en el pixel (800 a $1000 \text{ gMS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$) se relacionan a una alta tasa fotosintética de vegetación en crecimiento. La PPN aumenta conforme se incrementa la presencia de vegetación (riqueza de especies) integrando ganancias de carbono en el tiempo pero este aumento en algunas ocasiones se ve interrumpido por efectos del pastoreo o la senescencia (López y Altesor, 2011). Sin embargo la intensidad y sentido de las diferentes respuestas de la PPN a la concentración de CO_2 varía con los años y las condiciones medio ambientales (Houlton y Field, 2010). Resultados obtenidos por Gabutti *et al.* (2000) presentaron una producción total anual del pastizal natural de $2000 \text{ kgMS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ bajo una precipitación media anual de 340 mm. El rancho La Tinaja presentó valores de PPN de 150 a $450 \text{ gMS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$ (Figura 4). Estudios en ecosistemas similares de pastizal, presentan valores bajos de PPN con rangos de 50 y $1000 \text{ KgMS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ en condiciones normales de lluvias (Siffredi, 2005). Al aumentar la precipitación se incrementa la diversidad de especies y la absorción de carbono estaría principalmente controlada por cambios en la EUR (Martin *et al.*, 2011). La estimación de la PPN basado en la eficiencia de la radiación solar, realizado en este estudio se encuentra en las zonas donde la productividad es inferior de $1000 \text{ kgMS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ que corresponde a las regiones del norte del país, debido a que presentan climas semiáridos y bajas precipitaciones (Gómez *et al.*, 2009).

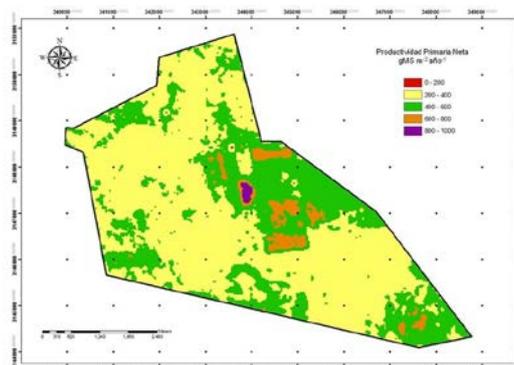


Figura 3. Estimación de la PPN a partir del modelo de eficiencias de Monteith (1972), en el rancho Amanes.

Conclusiones

La estimación de la PPN mediante el modelo Monteith resultó ser una metodología aplicable para determinar el potencial de secuestro de carbono en pastizales y matorrales del Estado en términos de PPN. La aplicación de técnicas radiométricas permite generar bases de datos de PPN consistentes y espacialmente explícitas generadas a través de mediciones *in situ*. Los patrones espaciales y temporales de la PPN en los pastizales conllevan a una mejor valoración de este recurso, como potencial de captura de CO₂, con alcances de aplicación a diferentes escalas en la búsqueda de la mitigación del cambio climático.

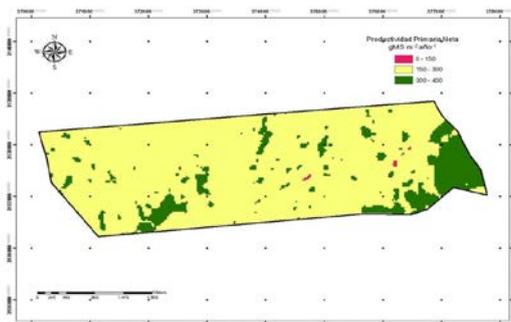


Figura 4. Estimación de la PPN a partir del modelo de eficiencias de Monteith (1972), en el rancho La Tinaja.

Literatura citada

- Bremer, D. J. y J. M. Ham. 2010. Net carbon fluxes over burned and unburned native Tallgrass prairies. *Rangeland Ecol. Manage.* 63:72-81.
- Chuvieco, S.E. 2008. Teledetección Ambiental: La observación de la Tierra desde el Espacio. 3era Edición actualizada. Editorial ARIEL. Albacete, España.
- Clark, D. A. 2001. Measuring Net Primary Production in Forests. Concepts and field methods. *Eco. Appl.* 11:371-384.
- FAO. 2010. Challenges and opportunities for carbon sequestration in grassland systems: A technical report on grassland management and climate change mitigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
- Follet, F. R. y D. A. Reed. 2010. Soil carbon sequestration in grazing lands: societal benefits and policy implications. *J. Range. Ecol. Manage.* 63:4-15.
- Gabutti, E. G., M. J. L. Pirivittello y M. A. Maidana. 2000. Variación de la producción del pastizal natural en el caldral durante tres años de clausura. San Luis Argentina. XVIa Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Montevideo, Uruguay.
- Gómez, D. J. D., A. I. M. Rivas, M. L. T. Medrano y J. A. T. Rueda. 2009. Cuarta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. Sector Ganadero. SEMARNAT. México.
- Guershman, J. P., J. M. Paruelo y I. C. Burke. 2003. Land use impacts on the Normalized Difference Vegetation Index in Temperate Argentina. *Ecol. Appl.* 13:616-628.
- Houlton, Z. B. y C. B. Field. 2010. Nutrient limitations of carbon uptake: from leaves to landscapes in a California Rangeland Ecosystem. *J. Range. Ecol. Manage.* 63:120-127.
- Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI). 2003. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Chihuahua. México. Serie III.
- López, M. L. y A. Altesor. 2011. Relación entre riqueza de especies vegetales y la productividad en pastizales naturales. *Asociación Argentina de Ecología. Ecología Austral* 21:101-109.
- Martin, B., V. Galleano, L. Spiller, M. S. Vilche y S. Montico. 2011. Evaluación de la productividad primaria de un pastizal templado en Sante Fe, Argentina. *Arch. Zootec.* 232:965-975.
- Mirik, M., K. Steddom y G. J. Michlels. 2006. Estimating biophysical characteristics of Musk Thistle (*Carduus nutans*) with remote sensing instruments. *J. Range. Ecol. Manage.* 59:44-54.
- Monteith, J. L. 1972. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *J. Appl. Ecol.* 9:747-66.
- PACP-Ch. 2011 Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los Pastizales del Desierto Chihuahuense en el Estado de Chihuahua 2011-2016. Gobierno del Estado de Chihuahua. Chihuahua, México. 40 pp.

- Paruelo, M. J., G. Piñeiro, G. Baldi., S. Baeza, F. Lezama, A. Altezor y M. Oesterheld. 2010. Carbon stocks and fluxes in rangelands of the Rio De La Plata Basin. *J. Range. Ecol. Manage.* 63: 94-104.
- Piñeiro, G., M. Oesterheld y J. M. Paruelo, 2006. Seasonal variation in aboveground production and radiation use efficiency of temperate rangelands estimated through remote sensing. *Ecosystems* 9:357-373.
- Quezada, P. F., N. Z. Saliendra, K. Akshalov, D. A. Johnson y E. A. Laca. 2010. Land use influences carbón fluxes in Northern Kazakhstan. *J. Rangeland Ecol Manage* 63: 82-93.
- Reeves, C. M., M. Zhao, S. W. Running. 2006. Applying Improved Estimates Of MODIS Productivity to Characterize Grassland Vegetation Dynamics. *J. Rangeland Ecol Manage* 59: 1-10.
- Siffredi, G. L. 2005. Conceptos de evaluación forrajera y de determinación de la carga animal en el Norte de la Patagonia. Sociedad Rural del Neuquén; Secretaría de Producción (Provincia del Neuquén); INTA AER San Martín de los Andes; INTA EEA Bariloche. Argentina.

RIESGO A LA EROSIÓN HÍDRICA Y PRÁCTICAS DE MANEJO DE SUELOS EN LA MICROCUENCA LA CONCORDIA, ARMADILLO DE LOS INFANTE, S.L.P.

WATER EROSION RISK AND SOIL MANAGEMENT PRACTICES IN THE CONCORDIA MICRO-WATERSHED, ARMADILLO DE LOS INFANTE, S.L.P.

Salvador Durán¹, Catarina Loredo^{2*}, Jesús Huerta², José Luis Lara² y Sergio Beltrán³

¹Tesista de la carrera Ingeniero Agrónomo Zootecnista. ²Profesor Investigador. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. ³Coordinador Académico del CECS-UASLP.

*Autor responsable: catarina.loredo@uaslp.mx; Km. 14.5 Carretera San Luis Potosí, Matehuala, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., Apdo. Postal 32, CP. 78321; Tel (444) 8524057 al 60 (Ext. 4).

Resumen

El objetivo de este estudio fue caracterizar los recursos de la microcuenca La Concordia, municipio de Armadillo de los Infante, S.L.P, México y evaluar el riesgo a la erosión hídrica a fin de proponer acciones para el manejo y conservación de los recursos. Se generó una base de datos vía digitalización de mapas temáticos sobre edafología, uso actual y uso potencial; con el apoyo de Sistemas de Información Geográfica se aplicó el modelo “Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo” ($E = RKLSCP$) para estimar el riesgo potencial de erosión hídrica. La microcuenca tiene una superficie de 8,657 ha con clima seco, temperatura media anual 18.3 °C y precipitación media anual de 565.5 mm. La altitud varía de 1500 a 2000 msnm. Los tipos de suelo y porcentaje de superficie que ocupan son rendzinas (3.6%), feozem (11.7%), litosol: (65.4%), chernozem (16.1%) y vertisol (3.1%). En uso actual del suelo, 78% corresponde a asociaciones especiales de vegetación, 8.8% uso agrícola, 7.6% uso forestal, 4.8% pastizales y 0.7% terreno erosionado. El riesgo potencial a la erosión hídrica por superficie es el siguiente: erosión ligera ($0-10 \text{ t ha}^{-1}$): 29.5%; moderada ($10-50 \text{ t ha}^{-1}$): 28.1%; alta ($50-200 \text{ t ha}^{-1}$): 22.03%; muy alta ($>200 \text{ t ha}^{-1}$): 20.4%. Debido a que la mayor parte de la superficie de la microcuenca se destina al pastoreo es indispensable realizar acciones de manejo de pastizales, para lo cual se obtuvo un programa para cuatro potreros ya establecidos a fin de manejar una carga animal de 320 unidades.

Palabras clave: Pérdida de suelo, microcuenca, agostaderos.

Introducción

En el estado de San Luis Potosí la erosión hídrica presenta cantidades mayores a $200 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de suelo removido en zonas con pendiente alta. Esto equivale a una afectación del 23% de la superficie estatal con erosión extrema (SEMARNAT, 2000). El resto del territorio también presenta algún grado de erosión: el 24% severa (pérdidas de $50 \text{ a } 200 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), 21% moderada ($10 \text{ a } 50 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) y 32% restante ligera (menor a $10 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$). Para el control satisfactorio de la erosión es importante considerar los principios que regulan las cuencas hidrológicas. Una cuenca es toda área limitada por un parteaguas y drenada por una corriente o sistemas de corrientes, cuyas aguas concurren en un punto de salida (CPCH, 1977). En la cuenca existen factores ecológicos, climatológicos, hidrológicos, sociales, económicos, culturales, etc. que se relacionan entre sí, dando a la cuenca su propia dinámica. La microcuenca es considerada la

unidad de planeación y programación de acciones, donde se pueden desarrollar y coordinar los servicios integrados de las instituciones (Loredo *et al.*, 2007). Sea cual sea la práctica que se realice para la conservación del suelo debe de incluir cuatro acciones básicas: 1) Proteger el suelo contra el impacto de las gotas de lluvia; 2) Incrementar la capacidad de infiltración para reducir el escurrimiento superficial; 3) Mejorar la estabilidad de los agregados del suelo para hacerlo más resistente a la erosión por salpicamiento y 4) Aumentar la aspereza o rugosidad de la superficie para reducir la velocidad del escurrimiento (Kirkby y Morgan, 1984). La microcuenca La Concordia, se encuentra afectada por un nivel alto de erosión, debido principalmente a la mala planeación así como el mal manejo de las actividades pecuarias, lo cual trae como consecuencia la degradación de los pastizales, matorrales y sus bosques naturales. Los objetivos de este estudio fueron: a) caracterizar los recursos de la microcuenca La Concordia de San Luis Potosí, b) evaluar el riesgo potencial a la erosión hídrica y c) realizar propuestas de manejo de los recursos en la microcuenca La concordia.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en la microcuenca “La Concordia”, la cual se ubicó y se delimitó en la carta topográfica F14-A75. La microcuenca se localiza entre los 22° 24' - 22° 18' Latitud norte; 100° 30' - 100° 36' Longitud oeste; y, 1500 – 2000 msnm. Ocupa una superficie de 8,657 ha; las localidades que la integran son: El Durazno, La Concordia, Paradita del Refugio, Rancho Nuevo de la Cruz, Santa Lucía. Con el apoyo de un Sistema de Información Geográfica se obtuvo el mapa de riesgo potencial a la erosión hídrica utilizando una adaptación (Zárate 1998) que considera a la metodología propuesta por la FAO (1980), basada en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (Wischmeier y Smith, 1978). Para estimar el riesgo a la erosión los factores de la ecuación universal de pérdidas de suelo considerados fueron R, K, L, S, (erosionabilidad del suelo, factor por longitud de pendiente y factor por grado de pendiente en ese orden). El proceso consistió en obtener información sobre edafología, uso actual, uso potencial (INEGI, 1974), así como el modelo de elevación digital escala 1:50000. La erosividad de la lluvia se obtuvo mediante la ecuación correspondiente a la Región IV: $Y=2.89594x+0.002983x^2$, propuesta por Cortés (1991), considerando que Y se refiere al índice de erosividad y X a la precipitación media anual (Figuroa *et al.*, 1991). Con los resultados de la caracterización y predicción de riesgo a la erosión se realizaron propuestas de manejo para el uso adecuado del suelo de acuerdo a su capacidad.

Resultados y Discusión

La microcuenca La Concordia es de tipo endorreica o lacustre, teniendo una red de drenaje efímera y un modelo de drenaje de tipo dendrítico. Las partes más elevadas de la microcuenca se encuentra al este con 2000 msnm, disminuyendo al oeste hasta los 1500 msnm. Los tipos de suelos que predominan en la microcuenca (Figura 1) y la superficie que ocupan son los siguientes: litosol 65.3%, chernozem 16.1%, feozem 11.7%, rendzina 3.6% y en último lugar los suelos vertisol con 3.1%, por lo que la explotación agrícola en la microcuenca se ve limitada.

En uso actual del suelo indica que 78% corresponde a asociaciones especiales de vegetación, 8.8% uso agrícola, 7.6% uso forestal, 4.8% pastizales y 0.7% terreno erosionado. El principal uso del suelo es la ganadería extensiva que desarrollan en todos los tipos de vegetación, incluso en las áreas agrícolas, una vez que levantan la cosecha.

Con relación al riesgo a la erosión hídrica, la erosión potencial predominante en la microcuenca es de la clase alta, seguida por la moderada. Sólo 20% de la superficie presenta un riesgo de perder menos de 10 t ha⁻¹ (Cuadro 1; Figura 2).

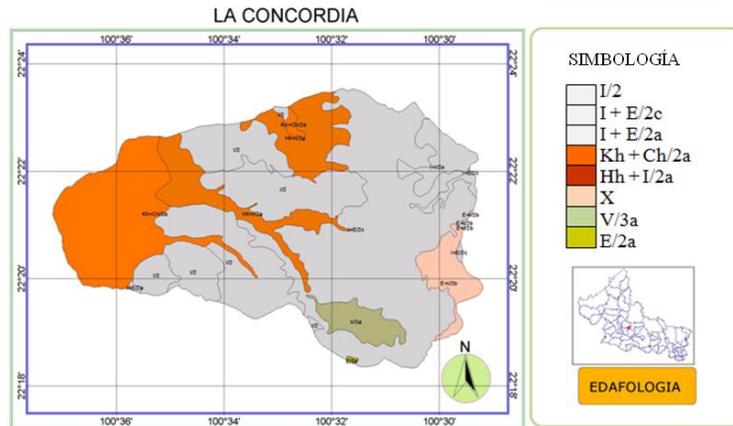


Figura 1. Tipos de suelo en la microcuenca La Concordia.

Cuadro 1. Erosión hídrica potencial en la microcuenca La Concordia, Armadillo de los Infante, S. L. P.

Clase de Erosión	Superficie (ha)	% en la microcuenca
Ligera (0-10 t ha ⁻¹)	1760.25	20.39
Moderada (10-50 t ha ⁻¹)	2423.75	28.07
Alta (50-200 t ha ⁻¹)	2545.75	29.49
Muy alta (> 200 t ha ⁻¹)	1902	22.03

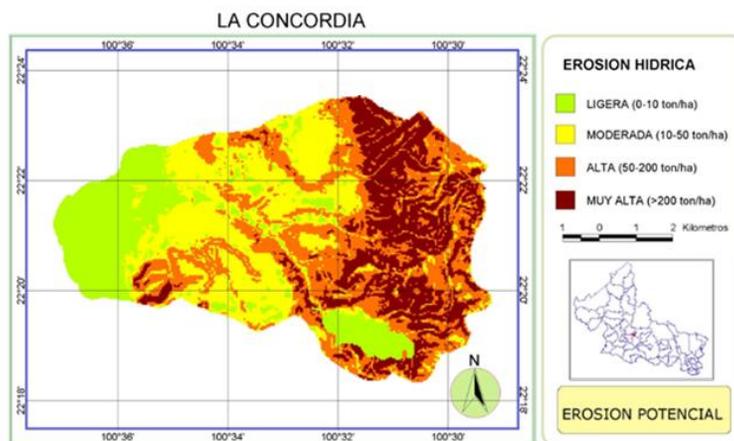


Figura 2. Erosión potencial en la microcuenca La Concordia.

El mapa de uso potencial de la microcuenca varía de la clase IV al VIII (Figura 3). Las tierras de la clase IV ocupan una superficie de 2,519 ha (29% de la superficie de la microcuenca) y tienen potencial para la agricultura de temporal, con limitaciones por suelo y clima, para las cuales se

recomienda seleccionar los cultivos a establecer de acuerdo a los requerimientos que ofrece la zona, implementar labranza de conservación para evitar un mayor deterioro del terreno y llevar a cabo otras prácticas vegetativas como la rotación de cultivos, incorporación de materia orgánica y cultivos en contorno, así como la fertilización química anual con la finalidad de mejorar las características del suelo y obtener mayores rendimientos. Debido a que la mayoría de los productores combinan actividades agrícolas y ganaderas se recomienda que estas tierras se dediquen a la producción de forrajes mediante una reconversión productiva (Loredo *et al.*, 2005).

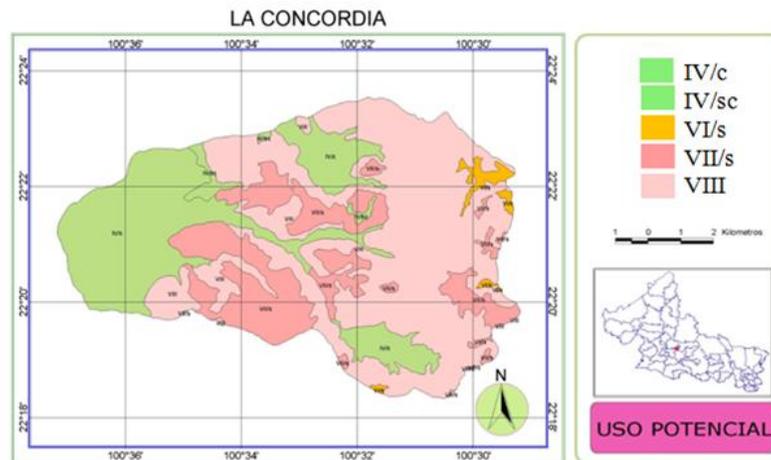


Figura 3. Uso potencial de suelo en la microcuenca La Concordia.

La microcuenca La Concordia cuenta con apoyos para el desarrollo de acciones de manejo de los recursos, dentro del Programa de Microcuencas que se ha desarrollado en San Luis Potosí por instituciones como SEDARH, FIRCO, CONAFOR, CONAZA, entre otras. Con estos apoyos económicos se circuló la microcuenca y se establecieron dos cercos divisorios dando origen a cuatro potreros. La carga animal estimada en este proyecto para esa zona es de 320 unidades animal.

Con relación al uso potencial del suelo, las tierras propias para la ganadería corresponden a las clases VI y VII. La clase VI, ocupa el 1.43% de la superficie de la microcuenca con 124.40 ha; son terrenos aptos para la actividad pecuaria ya que presenta fuertes limitaciones para la agricultura principalmente por el suelo, en esta área se recomienda la delimitación de potreros con la finalidad de ajustar la carga animal. La clase VII, ocupa una superficie de 1,684.24 ha las cuales representan 19.45% del área de la microcuenca, estos terrenos tienen serias limitaciones por el suelo principalmente, por lo que se recomienda llevar a cabo una resiembra con pastos nativos de la zona en combinación con algunas prácticas mecánicas como la de bordos a nivel con la finalidad de retener mayor humedad e incrementar la cobertura y reducir el riesgo a la erosión (Beltrán *et al.*, 2005).

La clase VIII, es la de mayor predominancia en la microcuenca, la cual abarca 4,329.46 ha (50% de la superficie); estas tierras están representadas en gran parte por tierras muy escabrosas (pendientes muy fuertes), por lo que son terrenos no aptos para alguna actividad económica directa del suelo, por lo que solo se pueden dedicar a la conservación de los recursos naturales (suelo, agua, flora y fauna). Sin embargo actualmente son usados para pastoreo de ganado. En

esta área se recomienda llevar a cabo las obras mecánicas en conjunto con la vegetativas para el control de la erosión, una de ellas es la reforestación de zonas boscosas con encino en conjunto con tinas ciegas para ayudar a la retención de humedad, así como la reforestación con maguey, nopal y gramíneas nativas de la zona en curvas a nivel con barreras de piedra para evitar la erosión del suelo por arrastre de partículas.

Conclusiones

La mayor parte de la superficie de la microcuenca La Concordia se destina al pastoreo. Es necesario establecer acciones para el manejo de pastizales, para lo cual se obtuvo un programa de manejo para cuatro potreros ya establecidos para una carga animal de 320 unidades. Es recomendable realizar acciones como resiembra de pastizales, revegetación, surcado al contorno y presas filtrantes para las tierras de agostadero localizadas en el mapa como las clases VI y VII. Todas las prácticas antes mencionadas pueden ser realizadas por los habitantes de la microcuenca con la finalidad de generar empleos y mejorar la calidad de vida.

Agradecimientos

Parte de este trabajo fue financiado por SEP-PROMEP Of. PROMEP/103.5/10/7750 (UASLP-PTC-258).

Literatura Citada

- Beltrán L., S., C. Loredo O. y J. Urrutia M. 2005. Manejo y rehabilitación de agostaderos de zonas áridas y semiáridas. *In*: Loredo O.C. (Ed). 2005. Prácticas para la conservación de suelo y agua en zonas áridas y semiáridas. INIFAP-CIRNE-Campo exp. San Luis. No. 1. San Luis Potosí, S.L.P. México.
- Cortés, T., H. G. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos Multivariados. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Montecillos, México. 168 p.
- Colegio de Postgraduados de Chapingo. 1997. Manual de conservación del suelo y agua. Instructivo. SARH-SPP. Chapingo, México.
- FAO, 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma.
- Figueroa, S. B., Amante O. A., Cortes T. H. G., Pimentel L. J., Osuna C. E. S., Rodríguez O. J. M. y Morales F. F. J. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. SARH. Colegio de Postgraduados. Centro regional para estudios de zonas áridas y semiáridas.
- INEGI. 1974. Cartas F14A-75.
- Kirkby, M.J. y R.P.C. Morgan. 1984. Erosión del suelo. John Wiley & Sons.
- Loredo, O. C. y Beltrán L. S. 2005. Prácticas agronómicas y vegetativas. Loredo O. C. (Ed). 2005. Prácticas para la conservación del suelo y agua en zonas áridas y semiáridas. INIFAP-CIRNE-Campo Exp. San Luis. Libro técnico No. 1. San Luis Potosí, S.L.P. México.
- Loredo-Osti C., S. Beltrán López, F. Moreno Sánchez, M. Casiano Domínguez. 2007. Riesgo a la Erosión Hídrica y Proyección de Acciones de Manejo y Conservación del Suelo en 32 Microcuencas de San Luis Potosí. Libro Técnico No. 3. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental San Luis. San Luis Potosí, S.L.P. México. 209 p.
- SEMARNAT. 2000. http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/informe_2000/03_Suelos/3.2_Degradacion/index.shtml
- Wischmeier, W. H. and Smith, D.D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning, USDA Agric. Handbook 537.
- Zárate L., A. 1998. Memorias del Curso- Taller Introducción al uso y manejo de sistemas de información geográfica. Editado por SEMARNAP Delegación. Coahuila. Enero de 1998.

GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS ESTABLECIDAS EN LADERA CON DIFERENTES ARREGLOS PARA LA INCORPORACIÓN DE BIOMASA Y NITROGENO AL SUELO MEDIANTE EL USO DE ABONOS VERDES EN LA COSTA DE CHIAPAS

LEGUMES AND GRASS ESTABLISHED IN HILLSIDE WITH DIFFERENT ARRANGEMENTS FOR THE INCORPORATION OF BIOMASS AND NITROGEN IN THE SOIL THROUGH THE USE OF GREEN MANURES IN THE COAST OF CHIAPAS.

José de J. Maldonado M.¹ y Juan José Castillejos-Rios²

¹Campo Experimental Rosario Izapa-INIFAP, ²Estudiante de licenciatura FCA-UNACH

Resumen

Los resultados que se presentan en este documento son parte de un proyecto que incluye mas variables de respuesta para el control de la erosión en laderas, con el objetivo de evaluar el arreglo de establecimiento de leguminosas y gramíneas que incorpora mayor cantidad de biomasa y nitrógeno al suelo e impedir su deterioro. Durante la época de lluvias, se establecieron dos parcelas (repeticiones) ubicadas en el Cantón Gibraltar municipio de Huehuetan, la primer repetición se localiza geográficamente entre los 14° 59'03.55" LN y los 92° 19'00.27" LW la segunda repetición se localiza en los 92° 19'14.12" de LW y 14° 19' 14.12" LN. La primera se estableció en una pendiente mayor de 15%, con tres parcelas grandes: 1. Se sembraron aguas abajo: una franja de leguminosas arbustivas (*S. sesban*, *L. leucocephala*, *C. argentea* y *C. cajan*), seguido de una franja de gramíneas amacollados (Insurgente, Llanero, Tanzania, Mombaza y Toledo), luego otra franja de gramíneas rastreras (Chontalpo, Mulato II, *B. dictyoneura* y *B. humidicola*), por último leguminosas rastreras (*P. phaseoloides*, *Mocuna*, *Canavalia*, *S. capitata*, *C. macrocarpum* y *C. ternatea*). 2. una franja de gramíneas amacolladas, una franja de leguminosas rastreras y una franja de gramíneas rastreras, 3. una franja de la asociación de gramíneas amacolladas con leguminosas rastreras seguida de otra franja de la asociación de gramíneas rastreras con leguminosas rastreras. La segunda repetición se estableció igual en una pendiente de 12%. El arreglo de las leguminosas arbustivas (*Sesbania juncea*, *Leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea* y *Cajanus cajan*) incorporan un rendimiento mayor de nitrógeno al suelo con 0.265 t ha⁻¹ en promedio La especie de pasto *Andropogon gayanus* cv. Llanero. presentó mayor rendimiento de materia seca con un promedio de 0.746 t ha⁻¹ y de materia orgánica con 0.375 t ha⁻¹ aportada al suelo en cada corte.

Palabras clave: Abonos verdes, incorporación de nutrientes, pastos, fertilidad, erosión, suelos degradados.

Introducción

En este proyecto se ha considerado la microcuenca Nexapa como un modelo de transferencia de prácticas de conservación del suelo y agua. Los productores de esta microcuenca están interesados en el establecimiento de gramíneas y leguminosas como una alternativa para recuperar los suelos de sus potreros degradados. La erosión en la microcuenca es del orden de 50 a 250 ton/ha/año. Este grado de erosión considerado como muy alta comprende el 42.4% de la superficie total de la microcuenca; le sigue en importancia la erosión alta (entre 10 a 50 ton/ha/año) con un 32.0% del área. En menor proporción se encuentran la erosión moderada y baja ocupando el 7.3% y 9.7%, respectivamente. La erosión severa, con pérdidas de suelo superiores a 250 ton/ha /año se ubica en 8.6%. Los tipos de erosión muy alta y severa

comprenden el 51% de la superficie y se encuentran distribuidos en toda microcuenca. La pendiente del terreno y el cambio de uso del suelo a actividades agropecuarias, son factores estrechamente relacionados con el incremento de las tasas de erosión. (Grajales *et al.*, 2005).

Los pastos constituyen unos de los factores más destacados en la formación y conservación de muchos de los suelos más fértiles (Fassbender, 1993; Ramírez, 1988); son así mismo, importantes para la recuperación de suelos desgastados por cultivos sucesivos (Gómez y Velásquez, 1999; Carvalho, *et al.* 1994). Los pastos cubren los suelos y los afirman con sus raíces, le incorporan materia orgánica y reducen la erosión, mejorando sus condiciones físicas (Young, 1989). El uso de abonos verdes es una práctica a nivel mundial para la recuperación de suelos que presentan severas degradaciones (Buckles, 1993). La tecnología de abonos verdes resulta viable contrarrestar los efectos de la erosión hídrica y la pérdida progresiva de la fertilidad del suelo (Kolmans, y Vásquez, 1996). Se ha identificado especies con potencial que producen hasta 50 t ha⁻¹ de materia verde en suelos profundos y 25 t ha⁻¹ en suelos delgados de lomerío (López, *et al.*, 2002) La incorporación de abonos verdes, es una práctica útil para recuperar la fertilidad en terrenos degradados y mecanizables y, en consecuencia también contribuye al incremento de la productividad de los cultivos (Restrepo, 1996), ayudando a disminuir el uso de fertilizantes químicos hasta en un 50% (McDonough, 1995).

Tomando en cuenta las necesidades prioritarias de detener el desequilibrio ambiental por parte del mal uso agrícola-pecuario por el cual se ha venido deteriorando los suelos, el presente estudio evaluó la capacidad que tienen los pastos como abonos verdes y su potencial para incrementar la fertilidad y mejorar las condiciones físico-químicas del suelo.

Materiales y Métodos

Se establecieron dos repeticiones ubicadas en la cuenca Nexapa de la costa de Chiapas, La primera en una pendiente mayor de 15%, con tres parcelas grandes: 1. Se sembraron aguas abajo: una franja de leguminosas arbustivas, seguido de una franja de gramíneas amacollados, luego otra franja de gramíneas rastreras, por último leguminosas rastreras. 2. una franja de gramíneas amacolladas, una franja de leguminosas rastreras y una franja de gramíneas rastreras, 3. una franja de la asociación de gramíneas amacolladas con leguminosas rastreras seguida de otra franja de la asociación de gramíneas rastreras con leguminosas rastreras. La segunda repetición se estableció igual en una pendiente de 12% (Cuadro 1).

El corte de uniformización se realizó el 02 de mayo del 2008, al octavo mes del establecimiento de los pastos, después de este se corto a cada mes en época de lluvia, una vez determinada cada parcela útil, se realizó el corte de un metro cuadrado con la ayuda del marco de fierro a ras de suelo para obtener la muestra de material verde. Se pesaron en el laboratorio las muestras de pastos recolectadas en campo, de estas se obtuvieron una muestra de 200 gramos en verde para facilitar su manejo y se colocó en bolsas de papel de estraza para secarlas a 50 grados centígrados en un horno de aire forzado hasta peso constante. Cada muestra esta etiquetada por el día de corte, el lugar y el tipo de tratamiento. Posteriormente, estas muestras se separaron en hojas y tallos y se molieron en un molino Willey con criba de dos milímetros. Las muestras de cada especie de gramínea y leguminosa de cada tratamiento se hicieron una muestra compuesta por corte para determinar el contenido de materia seca total (MS), las cenizas (Ce) en una mufla a 450 °C durante 4 horas y se hicieron muestras separadas para el análisis de Nitrógeno (Tejada, 1992).

Cuadro 1. Distribución de las parcelas grandes en cada repetición ubicadas en la microcuenca Nexapa, de la costa de Chiapas.

Parcela grande 1	Parcela grande 2	Parcela grande 3
1. Leguminosas arbustivas	1. Gramíneas amacolladas	1. Asociación de gramíneas amacolladas-leguminosas rastreras
2. Gramíneas amacolladas	2, Leguminosas rastreras	2. Asociación de gramíneas rastreras-leguminosas rastreras
3. Gramíneas rastreras	3. Gramíneas rastreras	

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con arreglos de parcelas divididas (Steel y Torrie, 1988). Mediante la comparación de medias de, rendimiento de materia seca, materia orgánica y nitrógeno (SAS, 2011) para inferir en el mejor sistema de siembra y especie de pasto que incorpora mayor biomasa y nitrógeno al suelo y pueden incrementar mas su materia orgánica.

Resultados y Discusión

Según el cuadro 3, se puede observar que las parcelas grandes (PG) 1 y 2 presentan una media de 0.476 t ha^{-1} del rendimiento de materia seca es significativo en comparación la parcela 3, con un promedio de 0.372 t ha^{-1} . Sierra-Posada, (2005) indica que el menor rendimiento de MS que existe entre las especies al establecer gramíneas y leguminosas asociadas, indica que hay mayor competencia y efectos de alelopatía. (Maldonado M.J.J. 1992) reporta que la asociación de *A. gayanus* cv. Llanero-P. *Phaseolides* obtuvo un rendimiento de 1.2 t ha^{-1} en cada corte hecho cada 30 días durante el periodo máximo de precipitación.

El pasto el Llanero es la especie de con mayor rendimiento de materia seca de en todas las parcelas y todos los arreglos, y la asociación de gramínea rastreras - leguminosas rastreras *B. dictioneura*- *Canavalia* es la de menor rendimiento de MS con 0.073 t ha^{-1} .

La importancia en la recuperación de la materia orgánica ha sido señalada por Labrador-Moreno (2001) y siendo el pasto Llanero una gramínea más agresiva al establecimiento el rendimiento de MO obtuvo un promedio de 0.637 t ha^{-1} para la PG 1, para la 2 se observa un promedio de 0.605 t ha^{-1} , y para la PG 3, 0.558 t ha^{-1} , esto se debe a la forma de establecimiento en surco y existe una mayor competencia entre las especie por agua, luz y territorio, lo cual ha sido señalado por Ovando y Serrano (1998), al asociar leguminosas al cultivo de maíz.

Cuadro 2. Rendimiento promedio de dos repeticiones de materia seca, materia orgánica y Nitrógeno total de cada especie de pasto evaluadas durante la temporada de lluvias del 2008 para la incorporación de abonos verdes ubicadas en la microcuenca Nexapa, de la costa de Chiapas.

Parcela grande	Arreglo	Especie	Prom. de rendimiento de MS en t ha ⁻¹	Prom. de rendimiento de MO en t ha ⁻¹	Prom. de rendimiento de N ₂ en t ha ⁻¹
1	1	<i>Sesbania</i>	0.553 ^a	0.367 ^{bc}	0.290 ^{ab}
1	1	<i>Leucaena</i>	0.218 ^{bc}	0.167 ^c	0.210 ^b
1	1	<i>Cratylia</i>	0.243 ^b	0.171 ^c	0.240 ^b
1	1	<i>Cajanus</i>	0.625 ^a	0.529 ^{ab}	0.345 ^a
1	2	Insurgente	0.485 ^{ab}	0.383 ^{bc}	0.130 ^{bc}
1	2	Llanero	0.746 ^a	0.637 ^a	0.180 ^b
1	2	Tanzania	0.733 ^a	0.579 ^{ab}	0.175 ^b
1	2	Mombaza	0.400 ^{ab}	0.318 ^{bc}	0.165 ^b
1	2	Toledo	0.493 ^{ab}	0.407 ^b	0.225 ^b
1	3	Chontalpo	0.452 ^{ab}	0.372 ^{bc}	0.185 ^b
1	3	Mulato	0.436 ^{ab}	0.347 ^{bc}	0.125 ^{bc}
Promedio			0.476 ^a	0.198 ^a	0.255 ^a
2	2	Insurgente	0.294 ^b	0.236 ^c	0.090 ^c
2	2	Llanero	0.742 ^a	0.605 ^a	0.245 ^b
2	2	Tanzania	0.503 ^a	0.399 ^b	0.170 ^c
2	2	Mombaza	0.422 ^{ab}	0.330 ^{bc}	0.125 ^{bc}
2	2	Toledo	0.670 ^a	0.507 ^{ab}	0.220 ^b
2	3	Chontalpo	0.710 ^a	0.558 ^{ab}	0.195 ^{bc}
2	3	Mulato	0.487 ^{ab}	0.360 ^{bc}	0.190 ^{bc}
2	4	Kudzú	0.442 ^{ab}	0.359 ^{bc}	0.275 ^{ab}
2	4	<i>Canavalia</i>	0.092 ^c	0.074 ^c	0.090 ^c
2	4	<i>Stylosanthes</i>	0.278 ^{bc}	0.216 ^c	0.220 ^b
2	4	<i>Clitoria</i>	0.252 ^{bc}	0.192 ^c	0.185 ^{bc}
Promedio			0.476 ^a	0.175 ^b	0.210 ^b
3	24	Insurgente-Kudzú	0.444 ^{ab}	0.347 ^{bc}	0.195 ^{bc}
3	24	Llanero-Mocuna	0.558 ^a	0.434 ^b	0.260 ^{ab}
3	24	Tanzania-	0.432 ^{ab}	0.332 ^{bc}	0.205 ^b
3	24	Mombaza-	0.402 ^{ab}	0.298 ^{bc}	0.210 ^b
3	24	Toledo-C.	0.393 ^{ab}	0.304 ^{bc}	0.220 ^b
3	34	Chontalpo-Kudzú	0.276 ^b	0.222 ^{bc}	0.200 ^b
3	34	Mulato-Mocuna	0.449 ^{ab}	0.360 ^{bc}	0.285 ^{ab}
3	34	B. dictioneura-	0.073 ^c	0.059 ^c	0.060 ^c
3	34	B. humidicola-	0.266 ^b	0.172 ^c	0.115 ^{bc}
3	34	Colocho-C.	0.142 ^{bc}	0.083 ^c	0.065 ^c
Promedio			0.372 ^b	0.136 ^c	0.205 ^b

Las letras diferentes entre columnas indica diferencia estadística (P < 0.05).

El aporte de Nitrógeno tiene un papel fundamental para la mineralización de la MO (Villas, 1990; López, et al., 1999). Puesto que en la PG 1 se encuentra el arreglo de leguminosas arbustivas, el cual presenta un mayor aporte de nitrógeno obteniendo 0.255 t ha⁻¹ y siendo estadísticamente

iguales entre las PG 2 y 3 que presentaron entre las dos un promedio de rendimiento de nitrógeno aportado al suelo de 0.21 y 0.205 t ha⁻¹ respectivamente.

La integración de leguminosas arbustivas y las leguminosas rastreras alcanzan mayor importancia porque alcanzan un porcentaje mayor de aporte de nitrógeno al suelo (Heering, 1995), siendo *Cajanus* y *Sesbania* las que presentaron un mayor rendimiento en nitrógeno, *Cajanus* presentó un porcentaje de nitrógeno de 0.345 t ha⁻¹, *Sesbania* un porcentaje de 0.290 t/ha⁻¹, pero en el caso de arreglo de la asociación entre leguminosas y gramíneas las que presentó el mayor rendimiento de nitrógeno fue la asociación del pasto Mulato- *Mocuna* 0.285 t ha⁻¹. La especie que aportó menos nitrógeno al suelo fue la asociación de *B. dictioneura*- *canavalia* obteniendo un rendimiento promedio de 0.06 t ha⁻¹

Conclusiones

El arreglo de las leguminosas arbustivas (*Sesbania juncea*, *Leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea* y *Cajanus cajan*) incorporan un rendimiento mayor de nitrógeno al suelo común promedio de 0.265 t ha⁻¹. La especie de pasto *Andropogon gayanus* cv. Llanero presentó mayor rendimiento de materia seca con un promedio de 0.746 t ha⁻¹ y de materia orgánica con 0.375 t ha⁻¹ aportada al suelo en cada corte.

Literatura Citada

- Buckles D. 1993. La revolución de los abonos verdes. En: Pasos. Año. No. 5 México. Ficha No. 748, elaborada con fecha 1995/02/13 por Alatorre, Gerardo. GEA=Grupo de Estudios Ambientales A.C. pp.30-33
- Carvalho, M. M. ; Freitas, V. P. ; Almeida, D. S. y Villaca, H. A. 1994. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composicao mineral da forragem em patagens de Brachiaria. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 23: 709 – 718.
- Fassbender, H. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales; 20. Edición. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 490 p.
- Grajales, S. M., López, M. J. y Vera A. B. 2005. Manejo del agua y preservación del suelo. Informe Técnico 2005. INIFAP-CONAGUA DTT 018 Huixtla. Microcuenca Mejapa. 38 p.
- Gómez J. E. y Velásquez J. E. 1999. Proceso integral de recuperación y manejo de praderas, condición fundamental para el desarrollo ganadero en Caquetá. Boletín Técnico Corpoica-Pronatta. 42 p.
- Heering, J.H. 1995. The effect of cutting height and frequency on the forage, Wood and seed production of six *Sesbania* accessions. Agroforestry Syst., 30:341-350.
- Kolmans, E. y Vásquez, D. 1996. Manual de agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. MELA-SIMAS. Managua, Nicaragua. 220p.
- Labrador-Moreno, J. 2001. La materia orgánica en los agroecosistemas. 2ª. Edición corregida y ampliada. Editorial Mundi-Prensa. España. Pp.192-202.
- López M.J. Villar S.B. Camas G. R: Zamarripa M.A. De la Piedra C. R. Grajales S.M. y López B. W. 2002. leguminosas de cobertura para la sostenibilidad de la productividad del suelo. Campo Experimental Centro de Chiapas. Ficha tecnológica. INIFAP. CIRPAS. CECECH. Ocozocoautla, Chiapas, México.
- López, A., Schlönvoigt, A., Ibrahim, M., Klein, C. H. y Karkku, K. 1999. Cuantificación del carbono almacenado en el suelo de un sistema silvopastoril en la zona Atlántica de Costa Rica. Agroforestería de las Américas. 6(23): 51-54.
- Maldonado, M. J.J. 1992. Evaluación de asociaciones gramíneas - leguminosas en Domingo Chanona, Mpio, Villaflores Chiapas, México. Tercer congreso internacional sobre ganado lechero. INIFAP - UAG- GILSA-UGRA - CODAGEA Aguascalientes, Ags., México 3 – 6 de junio.
- McDonough J.F.; Toomsan B., Limpinuntana V. and Giller K. E.(1995) Grain legumes and green manures as pre-rice crops in Northeast Thailand. I. Legume N₂-fixation, production and residual nitrogen benefits to rice. Plant and Soil 177, (111-126)
- Sierra-Posada, J.D. 2005. Fundamentos para el establecimiento de pastura y cultivos forrajeros. 2ª. Edición. Editorial Universitaria de Antioquia. Medellín, Colombia. Pp. 202-204.

- Statistical Analysis System (SAS). 2011. SAS User's guide: basics and Statistics. SAS Institute, Cary, N. Y.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1981. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2a. ed. Singapore McGraw-Hill International Book Co. 633.
- Rarmírez, H. 1998. Evaluación agronómica de dos sistemas silvopastoriles integrados por pasto estrella, Leucaena y Algarrobo forrajero. Tesis de Grado Universidad Nacional Bogotá.
- Restrepo, R. J. 1996. Aportes de los abonos verdes usados en la agricultura orgánica como cobertura. Memoria Curso-taller sobre Agricultura Orgánica. UNACH. Campus III. Huehuetán, Chiapas.1996.
- Tejada, H. I. 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. Sistema de educación continua en producción animal A. C. México D. F. 397.
- Young, A. 1989. Agrofotesty for soil conservation. C.A.B International Council for Research in Agroforestry.
- Villas, B.O. 1990. Descomposición de la hojarasca y mineralización del nitrógeno de la materia orgánica del suelo bajo cuatro sistemas agroforestales, en Turrialba Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Costa Rica. UCR/CATIE.

CALIDAD EN MAÍZ FORRAJERO MEDIANTE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA CON TRES LÁMINAS DE RIEGO

QUALITY IN FORAGE CORN WITH ORGANIC AND CHEMICAL FERTILIZATION WITH THREE LEVELS OF IRRIGATION

Mariano FC¹, Ortiz CFE^{2*}, Espinosa RM, Flores TJ², Garza CRD², Vargas V E²

¹Unidad Académica Multidisciplinaria Ciencias y Educación UAT, ²Campo Experimental Río Bravo INIFAP. Km 61 Carr. Matamoros-Reynosa CP 88900 AP 172 Río Bravo, Tam. Tel: (899) 9341045
ortiz.flor@inifap.gob.mx. Autor para correspondencia

Resumen

El objetivo fue evaluar la calidad del maíz forrajero en la relación a la fertilización orgánica e inorgánica con tres láminas de riego. Los tratamientos fueron: T1) estiércol composteado (EC1) 850 kg ha⁻¹ y T2) 1700 kg ha⁻¹(EC2), T3) Fertilización inorgánica de 120 kg ha⁻¹ de sulfato de amonio y T4) Testigo. Se analizó con un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas. Donde el factor A fueron tres láminas de riego: 12, 15 y 18 cm, y el factor B, el tipo de fertilización. Se obtuvo el mayor rendimiento de 69 t ha⁻¹ de forraje verde con respecto T4 (56 t ha⁻¹). El área foliar (Factor A) fue significativa (p=0.086) y diferencia altamente significativa (p<0.05) se observó en el tipo de fertilización (Factor B) en la fertilización orgánica con una dosis de 850 kg ha⁻¹ y el testigo con 480.2 y 487.3 cm² respectivamente estadísticamente mayores a la fertilización inorgánica y a la dosis de 1700 kg ha⁻¹ con valores de 464.9 y 463.11 cm² respectivamente. Para cenizas se encontró un 13.48% para la interacción de 12 cm de lámina y 1700 kg ha⁻¹ de estiércol composteado y el 1.55% para extracto etéreo. En cuanto a la digestibilidad los valores obtenidos estuvieron dentro de un rango aceptable del 72.70% al interactuar una lámina de 18 cm y el testigo según Peña, *et al* (2006) con valores del 70.9 al 74.4%.

Palabras clave: estiércol composteado, maíz, forraje, calidad, fertilización, lámina de riego.

Abstract

The objective was to evaluate the quality of forage produced in the ratio of organic and inorganic fertilization with three water levels. The treatments were: T1) composted manure (CM1) 850 kg ha⁻¹ and T2) 1700 kg ha⁻¹ (CM2), T3) inorganic fertilization of 120 kg ha⁻¹ of ammonium sulfate, compared with T4) Control. The dates were analyzed with a randomized block design with split plot arrangement. Where the factor A was three irrigation levels: 12, 15 and 18 cm of water and the factor B: the fertilization type. By applying a water depth of 15 cm with T2, we obtained the highest yield of 69 t ha⁻¹ of green forage over T4 (55.97 t ha⁻¹). In the variable of leaf area factor A was found p=0.086 and highly significant difference in Factor B (organic and inorganic fertilization) (p<0.05)

in the treatments of organic fertilization with a ratio of 850 kg ha⁻¹ and the control with 480.2 and 487.3 cm² respectively, higher statistically to the inorganic fertilization and he ratio of 1700 kg ha⁻¹ with values of 464.9 y 463.11 cm² respectively. About quality of the forage: to ash were founded 13.48% to the interaction of 12 cm of water and 1700 kg ha⁻¹ of the manure and the 1.55% for etereo extract. For the digestibility values were in an acceptable ratio of 72.70% working together a level of water of 18 cm and the control was mentioned by Peña, *et al* (2006) whit values from 70.9% to 74.4%.

Introducción

En la Comarca lagunera, ubicada en la región Norte de México y en la parte sur del desierto Chihuahuense, la actividad agropecuaria, ha sido posible a través del aprovechamiento de los recursos hídricos que se captan en dos grandes presas: Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, para posteriormente ser aplicados en forma superficial a través de una compleja red de canales y de los recursos que se extraen del subsuelo. El problema de disponibilidad de agua es de manera permanente y sigue siendo primordial para usos doméstico y agrícola, de las poblaciones que habitan sus regiones áridas y semiáridas, donde las precipitaciones promedio son del orden de 400 a 500 mm anuales (Loyer *et al.*, 1993) y puede disminuir por debajo de 200 mm. Los suelos de ésta región por estar ubicados en un área con estas características climáticas poseen un contenido bajo de materia orgánica por lo que presentan baja fertilidad y estructuras débiles e inestables ocasionando esto una baja retención de humedad y nutrientes, lo anterior se debe también a la sobre-explotación de los terrenos y el uso excesivo de fertilizantes químicos e insecticidas, incrementando el desgaste de los suelos a niveles alarmantes. Ante esta problemática se plantea la utilización de una tecnología amigable como la composta debido a este material proporciona una vía útil para rehabilitar suelos ya que la materia orgánica influye ampliamente sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, además de favorece la fertilidad del suelo (FAO, 1991). El objetivo del presente trabajo fue analizar el efecto de realizar una fertilización orgánica e inorgánica bajo tres diferentes láminas de riego para obtener una buena calidad de forraje de maíz.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el área experimental del Instituto Tecnológico de Torreón, ubicado en el km 7.5 de la carretera Torreón-San Pedro, en el ejido Anna, Municipio de Torreón Coahuila. La preparación del terreno consistió en barbecho, rastra doble, nivelación, bordado y trazo de surcos. Se utilizó el híbrido de maíz forrajero B-884, el cual se sembró a los 15 días después del riego de pre-siembra, mediante una sembradora de precisión a 75 cm entre surcos y 15 cm entre plantas obteniendo una densidad de población aproximada de 60,000 plantas por hectárea. En total se realizaron 5 riegos, 1 de pre-siembra (16 días antes de la siembra) y 4 de auxilio, a los 23, 41, 58 y 78 días de la siembra. Empleando el sistema de multi-compuestas para aplicar los riegos. Las dosis de estiércol composteado y el

fertilizante inorgánico: sulfato de amonio, se aplicaron los 22 días después de la siembra, incorporándolo mediante la escarda. El estudio se realizó en un diseño de bloques al azar con parcelas divididas donde la parcela grande se evaluaron 3 láminas de riego: 12, 15 y 18 cm de agua aplicada en cada riego excepto el de pre-siembra; en la parcela chica las dosis de fertilización: 0(T4), 850 kg ha⁻¹, 1700 kg ha⁻¹ y 120 kg ha⁻¹ de sulfato de amonio. Durante el experimento se evaluó el rendimiento del maíz forrajero con pruebas de medias de Tukey=0.05 para las otras variables. Se evaluó el área foliar. Al realizar la cosecha se evaluó el rendimiento, la materia seca en cada una de las unidades experimentales y la calidad del forraje de maíz mediante el análisis de: proteína, fibra cruda, cenizas, digestibilidad péptica y extracto etéreo.

Resultados y Discusión

Al realizar el análisis de varianza para las variables estudiadas, se encontró diferencia estadística para la variable área foliar, mostrado en el Cuadro 1. En dicha variable el factor A que corresponde a las láminas de riego aplicadas se encontró $p=0.086$ y diferencia altamente significativa en el Factor B (Fertilización orgánica e inorgánica, $p<0.05$) en los tratamientos de fertilización orgánica con una dosis de 850 kg ha⁻¹ y el testigo, obtuvieron los mayores valores de área foliar con 480.2 y 487.3 cm² respectivamente, estadísticamente mayores a la fertilización inorgánica y a la dosis de 1700 kg ha⁻¹ con valores de 464.9 y 463.11 cm² respectivamente. En cuanto al rendimiento del cultivo de maíz forrajero no hubo diferencia significativa para ninguno de los factores en estudio; encontrándose valores promedio para la lámina de 12 cm, 15 cm y 18 cm y cada uno de los tratamientos de fertilización, de 52 t ha⁻¹, 56 t ha⁻¹ y 55 t ha⁻¹ respectivamente; lo cual concuerda con lo reportado por Birz y Padrón (1998) quienes trabajaron con composta aplicada al suelo en las que combinaron estiércol y bagazo de caña de azúcar en el cultivo de maíz, y encontraron que todos los tratamientos se comportaron igual que el testigo. Respecto al análisis bromatológico en el Cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos de doce muestras de los tratamientos considerados. Para proteína cruda se reportan valores por encima del estándar de 8.9% según Shimada (1987) y ese valor se obtuvo con la dosis de 1700 kg ha⁻¹ de estiércol compostado, debido a que el fertilizante orgánico es rico en nitrógeno, el cual favorece la síntesis de la proteína. En lo que respecta a la fibra cruda recomienda el mismo autor un 26% y se obtuvieron 30.69% para la interacción de 15 cm de lámina y 850 kg ha⁻¹ de estiércol compostado. En cuanto a la cantidad de cenizas que representa la cantidad de minerales presentes en el forraje Crampton (1974) reporta un 6.7% para cenizas y un 2.4% para extracto etéreo que está formado por las grasas insolubles del forraje y los datos obtenidos para estos parámetros, para cenizas se encontró un 13.48% para la interacción de 12 cm de lámina y 1700 kg ha⁻¹ de estiércol compostado y el 1.55% para extracto etéreo. En cuanto a la digestibilidad los valores obtenidos estuvieron dentro de un rango aceptable ya que los datos reportados por Peña *et al* (2006)

tuvieron un valor promedio del rango de 70.9 al 74.4% y ésta investigación reporta el valor más alto de 72.70% al interactuar una lámina de 18 cm y el testigo.

Cuadro 1. Análisis bromatológico de la calidad del maíz forrajero

Tratamiento lámina	Tipo de Fertilización	Área foliar cm ²	%Fc	%Pc	%Ee	%Cs	%Dp	Rendimiento ton ha ⁻¹
12 cm	Testigo	524.3a	27.65a	7.06a	1.55a	9.8a	60.9a	55.13a
12 cm	850 Kg-ha ⁻¹	501.3b	28.99a	9.27a	1.36a	12.51a	64.6a	54.71a
12 cm	1700 kg-ha ⁻¹	458c	30.62a	6.88a	0.67a	13.48a	48.43a	47.13a
12 cm	120 kg ha-1 de Sulfato de amonio	445.3c	30.41 ^a	8.34 ^a	1.18 ^a	12.35 ^a	54.9 ^a	53.67 ^a
15 cm	Testigo	468.7 ^a	30.73 ^a	8.11 ^a	0.73 ^a	11.77 ^a	59.04 ^a	55.97 ^a
15 cm	850 Kg-ha ⁻¹	459.3a	30.69a	8.4a	1.04a	12.31a	66.65a	51.35a
15 cm	1700 kg-ha ⁻¹	459a	28.81a	7.93a	1.06a	13.06a	59.04a	69.02a
15 cm	120 kg ha-1 de Sulfato de amonio	452a	26.68a	10.55a	1.16a	12.26a	65.26a	50.29a
18 cm	Testigo	492a	27.16a	7.64a	1.07a	11.71a	72.7a	62.03a
18 cm	850 Kg-ha ⁻¹	480ab	27.41a	8.58a	0.56a	10.87a	62.95a	39.35a
18 cm	1700 kg-ha ⁻¹	477.7ab	28.72a	7a	0.49a	10.79a	64.4a	55.56a
18 cm	120 kg ha-1 de Sulfato de amonio	469b	30.07	8.46a	0.68a	12.37a	62.36a	65.16a

Donde: Fc= Fibra cruda, Pc= proteína cruda, Ee= Extracto etéreo, Cs= Cenizas, Dp= Digestibilidad péptica.

Conclusiones

Al aplicar estiércol composteado al suelo se incrementa un 23.28% el rendimiento de maíz forrajero respecto al Testigo e incrementa el área foliar del cultivo en un 1.47%. Así mismo, la calidad del forraje se ve favorecida en factores como proteína cruda, cenizas y digestibilidad péptica.

Literatura Citada

- Birz, I. J. M. y Padrón, G. E. 1998. Efecto del composteo estiércol-bagazo de caña de azúcar en el rendimiento de maíz (*Zea mays* L) IX Congreso Nacional de Investigación y desarrollo Agropecuario. Yucatán. Pág 50.
- Crampton, E. W. 1974. Nutrición Animal Aplicada. Editorial Acribia. España. 756 pág.
- FAO. 1991. Producción y uso del compostaje en ámbitos tropicales y subtropicales. 52 pp.
- Loyer, J. Y. L., Estrada, A. R., Jasso, I. y Moreno, L. D. 1993. Estudio de los factores que influyen los escurrimientos y el uso del agua en la región hidrológica 36. INIFAP-CENID-RASPA. ORSTOM-DEC. Gómez Palacio Durango. México. 367 pp.
- Peña, R. A.; González, C. F.; Núñez, H. G.; Tovar, G. M. R.; Preciado, O. E.; Terrón, I. A.; Gómez, M. N. y Ortega, C. A. 2006. Estabilidad del rendimiento y calidad forrajera de híbridos de maíz. Rev. Fitotec. Mex. 29:109–114. (Número Especial 2).
- Shimada, S. A. 1987. Fundamentos de nutrición animal comparativa. Patronato a la investigación Pecuaria en México. México. Pág 354.

RESPUESTA DE *Leucaena leucocephala* cv. Peruana A LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y BIOLÓGICA

RESPONSE OF *Leucaena leucocephala* cv. Peruana CHEMICAL AND BIOLOGICAL FERTILIZATION

Mariano FC¹, Jaime Flores², Rubén D. Garza² Flor E. Ortiz²

¹Unidad Académica Multidisciplinaria Ciencias Educación y Humanidades-UAT, ²Campo Experimental Río Bravo-
INIFAP E-mail: flores.jaime@inifap.gob.mx

Resumen

Numerosos estudios han demostrado que la infección radicular con micorriza incrementa la productividad de la planta. El objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización química y biológica sobre el crecimiento inicial en plantas de *Leucaena leucocephala*. Los tratamientos fueron: T₁) testigo, T₂) Fertilización biológica micorrízica *Glomus intraradices* y T₃) Fertilización química con fósforo. Los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño experimental en bloques completamente al azar con cuatro replicas. Los datos se analizaron con ANOVA mediante el procedimiento GLM de SAS y comparación de medias con Tukey a (P=0.05). Las variables fueron: altura de planta, número de nódulos, longitud de raíz, peso verde y peso seco de raíz, peso verde y seco de planta y porcentaje de infección micorrízica. En los nódulos de raíces se presentaron diferencias significativas (P≤0.0105), con mayor número de nódulos en T₁ (7.2) y menores en T₃ y T₂ (4.1 y 3.5). El peso verde de raíz mostró diferencias significativas (P≤0.009), el T₂ fue mayor (6.9 g) que el T₃ (4.6 g). Para las variables LR, PSR, PVP y PSP no se presentaron diferencias significativas (P>0.05), con promedios de 35.3 cm, 16.2, 42, 13.7 g, respectivamente. La fertilización biológica, promovió una mejor actividad biológica en el suelo, ya que incremento en 111% los efectos de colonización micorrízica con respecto al testigo, presentando solo modificaciones del 50% en el peso verde de la raíz de *Leucaena*. Se recomienda utilizar la fertilización biológica por su bajo costo.

Palabras clave: *Leucaena leucocephala*, fertilización, biológica, química, nódulos, micorriza.

Abstract

Several studies have shown that mycorrhizal root infection increases the productivity of the plant. The objective was to evaluate the effect of chemical and biological fertilization on early growth in plants of *Leucaena l.* The treatments were: T₁) control, T₂) Fertilization mycorrhizal biological *Glomus intraradice* and T₃) phosphorus chemical fertilization. The treatments were distributed under an experimental design in randomized complete block with four replicates. Data were analyzed with GLM procedure and Tukey mean comparison at (P = 0.05). The response variables were plant height, number of nodules, root length, weight, green and root dry weight, fresh and dry weight of plant and mycorrhizal infection percentage. In root nodules differ significantly (P≤0.0105), showing increased number of nodes in T₁ (7.2) and lower in T₂ (3.5). The green

weight of root showed significant differences ($P \leq 0.009$), T_2 was higher (6.9 g) than T_3 (4.6 g) green weight. For variables RL, GPW, DRW and DPW showed no significant differences ($P > 0.05$). Biological fertilization effect increased the biological activity soil than increased 111% micorrhizal colonization to control; only modifications at 50% in green root weight *Leucaena*. It is recommended to use biological fertilization with low price.

Introducción

Numerous studies have demonstrated that root infection with mycorrhizae increases the productivity of the plant, tolerance to drought by improving phosphorus nutrition (Nelsen and Safir 1982; Jasper *et al.*, 1989), extraction of water from the soil and hydraulic conductivity of the root (Safir *et al.*, 1972; Levy *et al.*, 1983; Graham and Syversten, 1984; Read and Boyd, 1986), and increases in stomatal resistance, reducing the exchange of the potential pressure of the xylem (Allen *et al.*, 1981; Levy *et al.*, 1983; Stahl and Smith, 1984; Huang *et al.*, 1985). Some studies have been conducted to know the effects of mycorrhizae on the relationship in woody plants (Levy and Krikun, 1980; Levy *et al.*, 1983; Graham and Syversten, 1984, 1985), particularly in nitrogen-fixing trees (Daft and El-Ghahmi, 1975; Huang *et al.*, 1985). Huang *et al.*, (1985), found considerable improvements in the water relations in mycorrhizal plants of *Leucaena leucocephala*, with greater potential xylem pressure, leaf respiration and conductance than in non-mycorrhizal plants. Michelsen and Rosendahl, (1990) confirm the benefit of the inoculation of the vesicular-arbuscular mycorrhizae in *Leucaena leucocephala* under drought conditions.

Materiales y Métodos

The study was conducted in the INIFAP-Experimental Río Bravo, located in km 61 of the Matamoros-Reynosa highway geographically at 25° 57' 54" LN and 98° 01' 03" LO, Silva, *et al.*, (2007). The experiment was established in May 2012 using seed of *Leucaena leucocephala* cv. Peruana at a rate of 8 kg ha⁻¹ in 12 plots of 2.4 x 3 m, the sowing was done manually by hand to a depth of 3-4 cm; the treatments were distributed according to the experimental design of complete blocks at random with four repetitions, T_1) Control without application T_2) Chemical fertilization with a dose of 30-100-00 kg ha⁻¹ and T_3) Biological fertilization with mycorrhizae *Glomus intraradices* INIFAP^{MR}. During the establishment phase three irrigations (overhead) were applied with a 20 cm nozzle at intervals of 20 days, trying to maintain 60% humidity. Chemical fertilization was applied 20 days after emergence.

To evaluate the treatments four plants were selected at random, every 25 cm in the central line of a meter, where the plant height, number of nodules, root length, green and dry weight of root, green and dry weight of plant and % of mycorrhizal infection were measured. To measure the production of dry matter, the fresh forage was weighed and a 250 g subsample was taken, which was dried in an electric oven at 60°C for 72 h to estimate dry matter, which was then transformed into tons per hectare.

Para la altura de planta, se registró la altura semanalmente (de los 7 a 49 días posteriores a la emergencia). El experimento tuvo una duración de 74 días después de la siembra. Una vez obtenidas las raíces al momento de la cosecha, fueron teñidas siguiendo el método de tinción de Philips y Hayman (1970), que consiste en:

- 1.- Lavar las raíces con abundante agua hasta retirar todas las impurezas.
- 2.- Cubrir con KOH al 10% y colocarlo al baño María.
- 3.- Sacar las raíces y lavarlas con agua destilada.
- 4.- Aplicación de Peróxido de hidrogeno al 10%.
- 4.- Adicionar HCl al 1%
- 5.- Eliminar el colorante con peróxido de hidrogeno.

Posteriormente se realizó el conteo en el microscopio Iroscope Modelo U-THO a 40x, se montaron 10 segmentos de raíz de 1 cm seleccionados al azar, correspondiente a cada tratamiento, se realizó el conteo siguiendo la técnica de laminilla de Giovanetti y Mosse, (1980). Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2004), y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey a (P=0.05).

Resultados y Discusión

El número de nódulos en las raíces mostro diferencias significativas ($P \leq 0.0105$), presentándose el mayor número de nódulos en el T₁ con 7.2 y los T₃ y T₂ fueron iguales (4.1 y 3.5), pero inferiores al T₁ (Cuadro 1). En un estudio realizado por De la Garza (2000), en la zona centro de Tamaulipas, reportó valores de 100, 40 y 10% de nódulos en *Desmanthus virgatus*, lo cual difiere a lo reportado en este estudio para *Leucaena leucocephala*. En el peso verde de raíz se observaron diferencias significativas ($P < 0.1965$), siendo el T₂ el que presentó mayor peso 6.9 g, mientras que el T₁ fue superior 5.6 g al T₃ con 4.6 g pero inferior al T₂.

Para longitud de raíz, peso verde de planta, peso seco de raíz, peso seco de planta y porcentaje de micorrización no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$). Presentado los siguientes valores para T₁, T₂ y T₃ (36.3, 35.2 y 34.3 cm, respectivamente), para peso seco de la planta 43.6, 43.3 y 39.2 g para los T₁, T₂ y T₃. En el peso seco de raíz se obtuvieron los siguientes valores 16.1, 17.3 y 15 g para los T₁, T₂ y T₃. En peso seco de planta fueron similares presentando pesos de 14.0, 13.7 y 13.5 g de peso seco. Para el número de colonias micorrícicas fueron diferentes entre tratamientos (figura 2).

Cuadro 1. Efecto de la fertilización química y biológica sobre el crecimiento inicial en plantas de *Leucaena leucocephala* en Tamaulipas.

Tratamientos	NN	L R (cm)	PVR (g)	PVP (g)	PSR (g)	PSP (g)
Testigo	7.2±5.7a	36.3±7.5a	5.6±1.7ab	43.6±10.4a	16.1±12.6a	14.0±11.8a

Micorriza	3.5±2.3b	35.2±8.4a	6.9±3.7a	43.3±17.8a	17.3±15.8a	13.7±11.4a
Fertilización química	4.1±2.3b	34.3±8.3a	4.6±1.4b	39.2±14.3a	15.1±13.1a	13.5±12.2a

Donde: NN= número de nódulos, LR= longitud de raíz, PVR= peso verde de raíz, PVP= peso verde de planta, PSR= peso seco de raíz, PSP= peso seco de plant. T₁= testigo, T₂= micorriza y T₃= fertilización química

Los resultados obtenidos en este estudio para longitud de raíz fueron superiores a los reportados por Molongoy *et.al.*, (1992), quienes al trabajar con *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* reportan (31.01 y 27.42 cm), respectivamente. Así mismo mencionan, en las mismas especies encontraron pesos secos de raíz de 6.8 y 7.8 g, los cuales son inferiores a los reportado en este estudio (15.5, 17.3 y 16.1 g), respectivamente.

El análisis estadístico detectó diferencias significativas ($P \leq 0.0215$), obteniéndose la mayor altura de plantas en el T₁ con 93.5 cm y alturas más bajas de 91.6 y 83.0 cm se presentaron en T₃ y T₂, respectivamente (Figura 1).

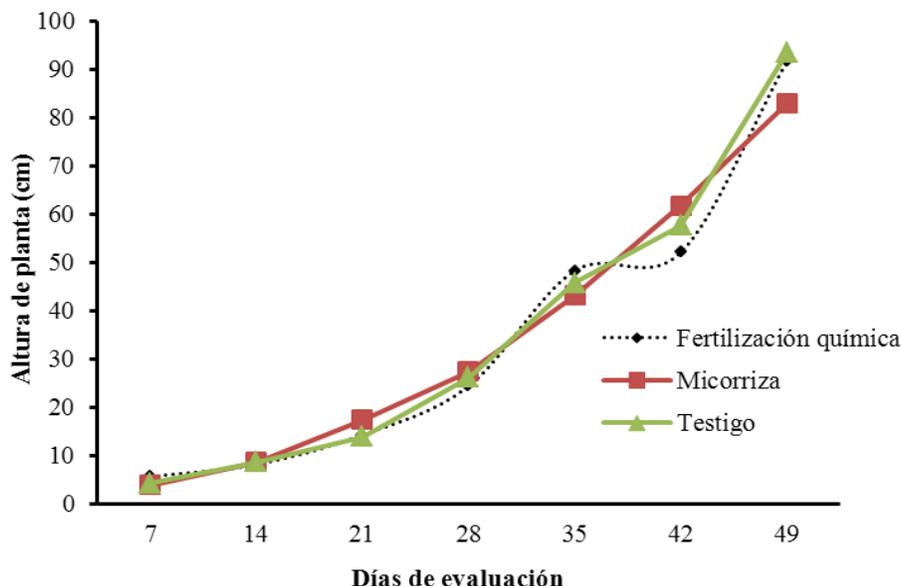


Figura 1. Efecto de la fertilización química y biológica en plantas de *Leucaena leucocephala*.

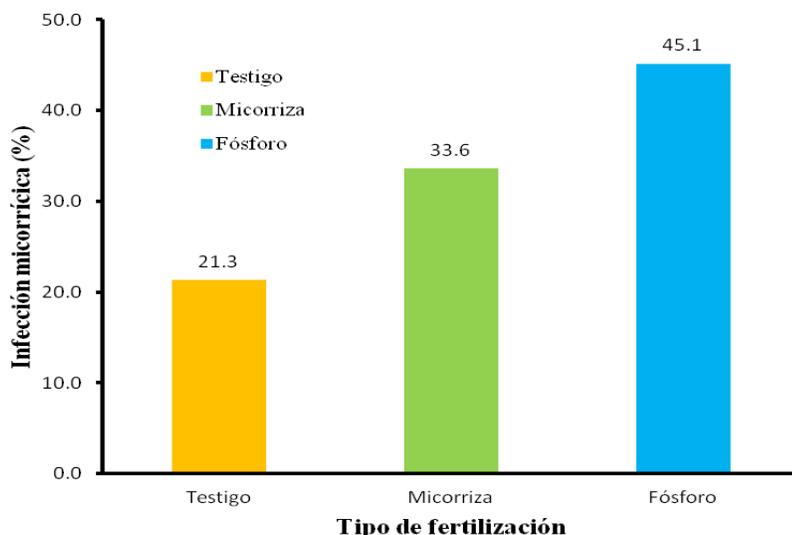


Figura 2. El efecto de la fertilización química y biológica en el crecimiento inicial de plantas de *Leucaena leucocephala*.

En la figura 2. Se observa el efecto de la fertilización química y biológica, donde se aprecia los incrementos en la infección de *G. intraradice* en plantas de *Leucaena*.

Conclusiones

La fertilización biológica, promovió una mejor actividad biológica en el suelo, ya que incremento en 111% los efectos de colonización micorrizica con respecto al testigo, presentando solo modificaciones del 50% en el peso verde de la raíz de *Leucaena*. Se recomienda utilizar la fertilización biológica por su bajo costo.

Literatura Citada

- Allen, M.F., Smith, W.K., Moore Jr., T.S. and Christensen, M. 1981. Comparative water relations and photosynthesis of mycorrhizal and non-mycorrhizal *Bouteloua gracilis* (H.B.K) Lag ex Steud. *New Phytol.* 88: 683-93.
- Daft, M. S and El-Giahmi, A.A. 1975. Effect of *Glomus* infection on tree legumes. In Sanders, F. F., Mosse, B. and Tinker, P.B. (eds) *Endomycorrhizae*. New York, USA: Academic Press.
- De la Garza, R. F. 2000. Microorganismos del suelo involucrados en el crecimiento inicial de *Desmanthus virgatus* (L) Will cv. 543 y de *Centrosema virginianum* (L) Benth. Universidad Autónoma de Tamaulipas. U.A.M. Agronomía y Ciencias. División de Estudios de Posgrado e investigación. Cd. Victoria Tam. Tesis Doctoral. Pp.79.
- Giovannetti, M and B Mosse, 1980. An evaluation of techniques measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol* 84: 489-500.
- Graham, J.H. and Syvertsen, J.P. 1984. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on the hydraulic conductivity of roots of two citrus rootstocks. *New Phytol.* 97: 277-284.
- Jasper, D.A., Abbot, L.K. and Robinson, A.D. 1989. Acacias respond to additions of phosphorus and to inoculation with VA mycorrhizal fungus in soils stockpiled during mineral sand mining. *Plant and Soil* 115: 99-108.
- Levy, Y. and Krikun, J. 1980. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on *Citrus jambhiri* water relations. *New Phytol.* 85: 25-36.

- Levy, Y., Dodd, J. and Krikun, J. 1983. Effect of irrigation, water salinity and rootstock on the vertical distribution of vesicular-arbuscular mycorrhiza in citrus roots. *New Phytol.* 15: 397-403.
- Michelsen, A. and Rosendahl, S. 1990. The effect of VA mycorrhizal fungi, phosphorus and drought stress on the growth of *Acacia nilotica* and *Leucaena leucocephala* seedlings. *Plant and Soil* 124: 7-13.
- Mulongoy K. Gueye M and Spencer D.SC.,1992. Biological Nitrogen Fixation and Sustainability of Tropical Agriculture. Ebenezer Baylis,500 p.
- Nelsen, C.E. and Safir, G.R. 1982. Increased drought tolerance of mycorrhizal onion plants caused by improved phosphorus nutrition. *Planta* 154: 407-13.
- Philips,J. M. and Hayman D. S. 1970. Improved procedure of clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society* 55:159-161.
- Read, DJ. and Boyd, R.C. 1986. Water relations of mycorrhizal fungi and their host plants. In Ayres, P.G. and Boddy, L. (eds) *Water, Fungi and Plants*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- SAS Institute. 2004. *STAT/SAS User's Guide*, release 9.1 ed. SAS Institute, Cary, NC.
- Silva,S. M. M, Medina, G.G., Ruíz, J. A., Serrano, A.V., Díaz, P.G y Cano, G.A M. 2007. *Estadísticas Climatológicas Básicas del estado de Tamaulipas*.
- Stahl, P.D. and Smith, W.K. 1984. Effects of different geographical isolates of *Glomus* on the water relations of *Agropyron smithii*. *Mycologia* 76: 261-67.

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y BIOLÓGICA EN ALFALFA
Medicago sativa L

EFFECT OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL FERTILIZATION IN ALFALFA
Medicago sativa L

Mariano FC¹, Flor E. Ortiz², Jaime Flores², Rubén D. Garza², Vargas VE²

¹Unidad Académica Multidisciplinaria Ciencias Educación y Humanidades-UAT, ²Campo Experimental Río Bravo-INIFAP. E-mail:mariano_fco@hotmail.com

Resumen

La alfalfa es una especie forrajera importante para los sistemas de producción animal, dedicados a la producción de carne y leche. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la fertilización química y biológica sobre el crecimiento inicial en las plantas de alfalfa. Los tratamientos fueron: T₁) Testigo, T₂ Fertilización biológica micorriza INIFAP^{MR} y T₃) Fertilización química. Se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Los datos obtenidos se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS y comparación de medias con Tukey a (P=0.05). Las variables evaluadas fueron altura de planta, número de nódulos (NN), longitud de raíz (LR), peso verde (PVR) y seco de raíz (PSR), peso verde (PVP) y seco de planta (PSP) y porcentaje de infección de micorriza. El NN mostró diferencias significativas (P<0.05) manifestando mayor NN en el T₂ con 5.8, y menor en T₃ y T₁ con 4.1 y 2.5 nódulos. Para LR, PSR, PVR, PSP y PVP no se observaron diferencias significativas (P>0.05), con valores promedio de 29.2 cm, 4.7, 7.3, 13.4 y 23.7 g, respectivamente. Para el porcentaje de colonización micorrícica los tratamientos manifestaron un comportamiento diferente, con mayor porcentaje de colonización micorrizica en T₂ (47.6%) y menor en T₁ (29.5%). El efecto de la fertilización biológica, promovió una mejor actividad biológica en el suelo, ya que incremento en 109% los efectos de colonización micorrícica con respecto al testigo, sin presentar modificaciones en las características de crecimiento inicial de la alfalfa.

Palabras claves: Alfalfa, nódulos, fertilización química, biológica, micorriza.

Abstract

Alfalfa is a forage legumes important to animal production system, meat and milk production. The objective of the study was to evaluate the effect of chemical and biological fertilization on early growth in alfalfa plants. The treatments were: T₁) Control, T₂ mycorrhizal biological INIFAP^{MR} fertilization) and T₃) chemical fertilization. Experimental design was a randomized complete block with four replications. The data obtained were submitted ANOVA using a GLM statistical program SAS and means comparison with Tukey test (P=0.05). The response variables were plant height, number of nodules, root length, weight, root dry and green weight, fresh and dry weight of plant and mycorrhizal infection porcentaje. The number of nodules showed significant differences (P <0.05) demonstrating greater number of nodules on T₂ with 5.8, and lower in T₁ and T₃ with 2.5

and 4.1 nodules. For root length, root dry weight, green weight of root, dry green plant, dry weight plant showed no significant differences ($P > 0.05$), presenting similar average values. For colonization percent mycorrhizal treatments showed a different behavior, observing the T_2 showed higher percentages of mycorrhizal colonization of infection of 47.6%, and lower colonization in T_1 29.5%. Biological fertilization effect increased the biological activity soil than increased 109% micorrhizal colonization to control; modifications don't growth characteristic early in alfalfa.

Key Word: Alfalfa, nodules, fertilization, chemical, biological, mycorrhizal.

Introducción

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una especie forrajera importante para los sistemas de producción animal, dedicados a la producción de carne y leche. En los últimos años, esta leguminosa forrajera han tenido una creciente demanda en México, especialmente en la alimentación del ganado lechero (Améndola *et al.*, 2008).

Por este motivo se requieren de nuevas estrategias para mantener e incrementar los índices productivos del ganado (Delgadillo y Gómez, 1995; Pastrana, 1987). Dentro de estas especies, la alfalfa ha sobresalido por su adaptabilidad, producción forrajera, alto contenido en proteína, digestibilidad, materia seca y enorme potencial para mejorar la productividad animal a menor costo.

Al asociar la alfalfa con Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA), favorece la nutrición mineral principalmente porque se obtiene un cultivo resistente a enfermedades, estrés abiótico y es benéfica ya que el hongo coloniza la corteza de la raíz para obtener carbono a partir de la hospedera, mientras le ayuda a la planta, a tomar fósforo y otros nutrientes minerales del suelo (Harrison y Van Buuren, 1995). Por lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la fertilización química y biológica sobre el crecimiento inicial en las plantas de alfalfa.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el INIFAP-Campo Experimental Río Bravo, ubicado en el km 61 de la carretera Matamoros-Reynosa, localizado geográficamente a 25° 57' 54'' LN y 98° 01' 03'' LO (Silva *et al.*, 2007). El experimento se estableció en mayo del 2012, utilizando semilla de alfalfa variedad CUF-101 a razón de 8 kg ha⁻¹ en 12 parcelas experimentales de 2.4x3 m, la siembra se realizó en forma manual a chorrillo a una profundidad de 2 a 3 cm, los tratamientos: T_1) Testigo sin aplicación T_2) Fertilización química, con una dosis de 30-100-00 kg ha⁻¹ y T_3) Fertilización biológica con micorrízica *Glomus intraradices* INIFAP^{MR}, se distribuyeron de acuerdo al diseño experimental en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Durante la fase de establecimiento se aplicaron tres riegos con una lámina de 20 cm, a intervalos de 20 días, manteniendo una humedad del 60%. La fertilización química se aplico a los 20 días después de la emergencia.

Para evaluar los tratamientos se seleccionaron cuatro plantas al azar, a cada 25 cm en el surco central en un metro lineal, donde se midió la altura de planta, número de nódulos, longitud de raíz, peso verde y peso seco de raíz, peso aéreo verde y seco de planta y % de infección de micorriza. Para medir la producción de materia seca, se pesó el forraje fresco y se tomó una submuestra de 250 g secándose en estufa eléctrica de aire forzado a 60°C por 72 h para estimar materia seca, transformándose posteriormente a toneladas por hectárea.

Para la altura de planta, se registró la altura semanalmente (de los 7 a 49 días posteriores a la emergencia). El experimento tuvo una duración de 74 días después de la siembra. Una vez obtenidas las raíces al momento de la cosecha, fueron teñidas siguiendo el método de tinción de Philips y Hayman (1970), que consiste en:

- 1.- Lavar las raíces con abundante agua hasta retirar todas las impurezas.
- 2.- Cubrir con KOH al 10% y colocarlo al baño María.
- 3.- Sacar las raíces y lavarlas con agua destilada.
- 4.- Aplicación de Peróxido de hidrogeno al 10%.
- 4.- Adicionar HCl al 1%
- 5.- Eliminar el colorante con peróxido de hidrogeno.

Posteriormente se realizó el conteo en el microscopio Iroscope Modelo U-THO a 40x, se montaron 10 segmentos de raíz de 1 cm seleccionados al azar, correspondiente a cada tratamiento, se realizó el conteo siguiendo la técnica de laminilla de Giovanetti y Mosse, (1980). Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2004), y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey a (P=0.05).

Resultados y Discusión

Para el número de nódulos en las raíces se mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) manifestándose el mayor número de nódulos en el T₂ con 5.8, y menores en T₁ y T₃ con (2.5 y 4.1 nódulos, respectivamente). En un trabajo se encontró escasa nodulación de *rizobium* que se atribuye al hecho del pH del suelo (5.7), que afectó la supervivencia, que se ha reportado, es muy susceptible a valores de pH de 6 (Rice, 1977; Warner, 1978; FAO, 1984).

Cuadro 1. Efecto de la fertilización química y biológica sobre el crecimiento en plantas de Alfalfa (*Medicago sativa*) en Tamaulipas.

Tratamientos	NN	L R (cm)	PVR (g)	PVP (g)	PSR (g)	PSP (g)
Testigo	2.5±1.8b	29.0±4.9a	7.6±3.9a	22.2±14.8a	4.9±2.3a	12.5±7.8a
Micorriza	5.8±9.6a	28.5±7.1a	6.7±1.9a	20.4±11.3a	4.4±1.7a	11.8±6.5a
Fertilización química	4.1±3.2ab	30.0±3.7a	7.7±3.0a	28.5±16.8a	4.9±2.0a	16.0±8.5a

Donde: NN= número de nódulos, LR= longitud de raíz, PVR= peso verde de raíz, PVP= peso verde de planta, PSR= peso seco de raíz y PSP= peso seco de planta.
T₁= testigo, T₂= micorriza y T₃= fertilización química.

No se observaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos, para las variables de respuesta LR, PSR, PVR, PVP y PSP, presentando valores promedio de 29.0, 28.5 y 30.0 cm; 4.9, 4.4 y 4.9 g 7.6, 6.7 y 7.7 g; 22.2, 20.4 y 28.5 g; 12.5, 11.8 y 16.0g (Cuadro 1), respectivamente. En cuanto al porcentaje de infección se encontró una diferencia del 24.9% del tratamiento T₂ respecto al T₁, coincidiendo con Tovar (2006), quien encontró que se incrementa en un 14% el porcentaje de infección al aplicar una fertilización dual de *rizobium* y *archaespora leptoticha* sobre el testigo.

Los análisis estadístico no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$), para altura de planta observándose alturas iguales entre los T₁, T₂ y T₃ (Figura 1.), en un estudio realizado por Heredia (2011), quien reporta valores de altura de 54.7 y 53.3 cm en *Medicago sativa* al evaluar niveles de biofertilización y fertilización orgánica.

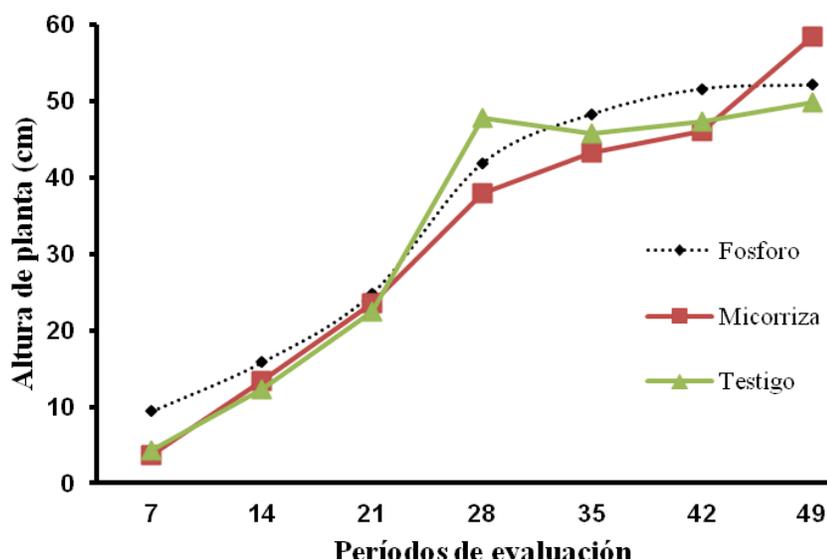


Figura 1. Efecto de la fertilización química y biológica sobre la altura en plantas de alfalfa.

Para el porcentaje de colonización micorrícica, los tratamientos presentaron un comportamiento diferente, observándose que el T₂ mostró mayor porcentaje de infección de colonización de micorrizas (47.6%), mientras que el T₁ presentó menor colonización (29.5%).

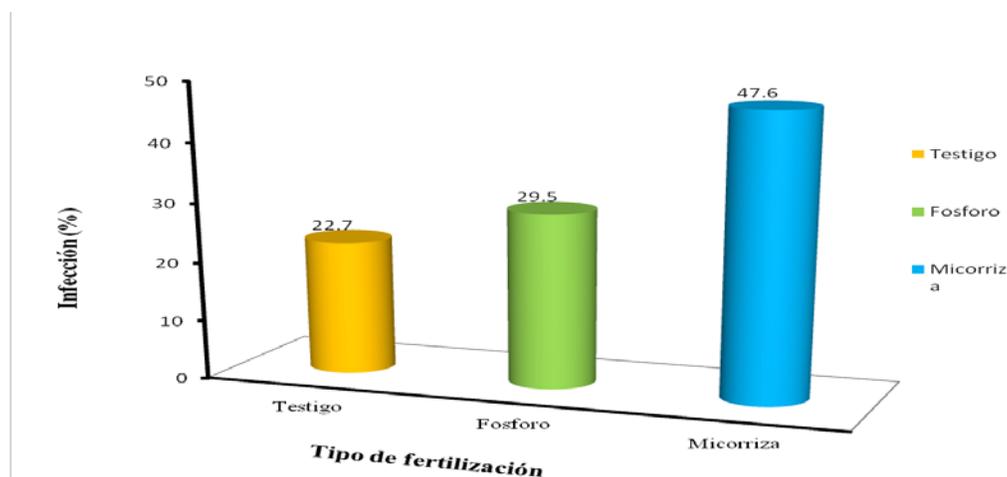


Figura 2. Porcentaje de infección de *Glomus intraradices* en plantas de alfalfa.

Conclusiones

El efecto de la fertilización biológica, promovió una mejor actividad biológica en el suelo, ya que incremento en 109% los efectos de colonización micorrícica con respecto al testigo, sin presentar modificaciones en las características de crecimiento inicial de la alfalfa.

Literatura Citada

- Améndola, M. R. D, Castillo G.E, Martínez H.P.A. Pasturas y cultivos forrajeros. Organización para la Alimentación y la Agricultura [en línea]: <http://www.fao.org>. 2005. Consultado 16 Oct, 2008.
- Heredia, A. L. 2011. Evaluación de comportamiento forrajero de *Medicago sativa* bajo la aplicación de diferentes niveles de micorrizas y abono orgánico bovino. Tesis de grado. Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de ciencias pecuarias, Ecuador. Pp.75
- Lascano, E. C. 1991. Producción animal en pasturas tropicales. En. Pérez PJ, Herrera HJG editoriales. Evaluación de praderas tropicales. XXI Seminario Internacional, centro de Ganadería.
- Peralta, M. P. 1992. Reconocimiento para el establecimiento de praderas tropicales. México ganadero. p: 361:29.
- Delgadillo, G. J, Gómez F.P. 1995. Empleo de leguminosas forrajeras tropicales en el sistema de bovinos [tesis licenciatura]. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Pastrana, A. L. 1992. Producción de pasturas en suelos ácidos del trópico de México. Proyecto de investigación (gran visión). INIFAP-SARH. 1987.
- Harrison, M. and Van Buuren, M. 1995. A phosphate transporter from the mycorrhizal fungus *Glomus versiforme*. Nature 378 (7): 626-629.
- Tovar, F. J. (2006). Incremento en invernadero de la calidad y cantidad del follaje de la alfalfa (*medicago sativa*) variedad florida 77 causada por la combinación de la fertilización biológica y química en un suelo de la serie Vermeo de la sabana de Bogotá. Revista de la Facultad de ciencias, Universidad Javeriana de Bogotá Colombia. Edición especial volumen 11, 61-72.
- Rice, W. Penni, D. Nyborg, M. 1977. Effect of soil acidity on rizobia numbers, nodulation and nitrogen fixation by alfalfa and red clover. Can J soil sci 57: 197-203.
- Warner, G., Kassin, G. y Marty Niux, S. 1978. Nodulating of annual *Medicago* by strains of *rhizobium meliloti* in a commercial inoculants as influenced by soil phosphorus and ph. Plant and soil, 50: 81-89.
- FAO. 1984. Legume inoculants an their use. Food and agriculture organization of United States nation. Rome, 63 pag.

DINAMICA DE CAMBIOS EN EL PASTIZAL DEL ESTADO DE ZACATECAS, MÉXICO PARA EL PERIODO 1978-2002

CHANGES DYNAMICS IN RANGE OF STATE OF ZACATECAS, MEXICO FOR THE PERIOD 1978-2002

Miguel Márquez¹, Raúl R. Ruiz¹, Ricardo D. Valdez¹ y Fidel Blanco¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte.

Resumen

En diversas regiones de Zacatecas y de México, se ha visto que la superficie del pastizal ha disminuido en las últimas décadas, debido a la apertura de tierras al cultivo. El objetivo del trabajo fue identificar y cuantificar los cambios que han ocurrido en la superficie del pastizal en el estado de Zacatecas, en el periodo 1978-2002. Mediante procesamiento cartográfico se sobrepusieron la carta de uso del suelo y vegetación, serie I, de 1978 y la serie III, de 2002, ambas a escala 1:250 000. Los resultados indican que en el periodo de análisis la cobertura del pastizal registró un dinámico e intenso proceso de cambio negativo en el territorio del estado de Zacatecas. La superficie del pastizal disminuyó 5.9%, su extensión se redujo 84,000 ha, al cambiar de 1,427,000 ha a 1,343,000 ha y su participación relativa en el territorio Zacatecano bajó de 18.9% a 17.8%. La conversión de la superficie del pastizal principalmente fue hacia tierras agrícolas.

Palabras clave: conversión de tierras, cobertura de pastizal

Introducción

En el estado de Zacatecas la ganadería extensiva es el sistema de producción predominante. En los sistemas extensivos es común la sobreutilización y el manejo inadecuado en gran parte de las tierras de pastoreo, lo que conduce a la disminución de su potencial forrajero, al deterioro de la cobertura vegetal y del suelo y a la desertificación (Chacón y Chávez, 1999). No obstante, los sistemas ganaderos extensivos manejados adecuadamente tienden a conseguir el equilibrio entre producción y conservación (Bellido *et al.*, 2001).

En el estado de Zacatecas la cobertura del pastizal tiene mucho tiempo disminuyendo, la conversión de sus tierras ha sido principalmente hacia las áreas agrícolas. Los terrenos forestales también han disminuido al ceder parte de sus terrenos talados a la agricultura, anqué con el transcurso del tiempo, en algunas de estas áreas, cuando se dejan de cultivar, se establece el pastizal inducido. Según Reid *et al.* (2004), desde el siglo XVIII, pero más intensamente en los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas del mundo más rápida y extensamente que en ningún otro periodo comparable de la historia. Estas rápidas y profundas transformaciones del uso del suelo, así como sus consecuencias, son uno de los temas de mayor interés actual en las disciplinas ambientales. De hecho, ahora se reconoce que, aún cuando los cambios de uso de suelo ocurren a nivel local, pueden tener consecuencias globales (SEMARNAT, 2005).

Conocer los cambios en las coberturas de los pastizales del estado de Zacatecas es importante, porque este ecosistema es de gran valor para el desarrollo socioeconómico, debido a que proporcionan una diversidad de beneficios ecológicos y económicos, tanto a las personas que viven en el propio lugar, como a la sociedad en general. Los pastizales saludables proveen además de recursos para actividades pecuarias, agua para uso urbano, industrial y rural, protección contra inundaciones, hábitat para la vida silvestre y capturan carbono (NRCS, 2003).

Derivado de lo antes planteado, este trabajo se propone identificar y cuantificar los cambios que han ocurrido en la superficie del pastizal en el estado de Zacatecas, en el periodo 1978-2002, para disponer de información objetiva que sea punto de partida para propuestas de programas y acciones de conservación, manejo y utilización del ecosistema pastizal.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el estado de Zacatecas que se ubica en el centro-norte de México entre las coordenadas geográficas extremas 25° 07' y 21° 01' de latitud norte, y 100° 43' y 104° 22' de longitud oeste. El estado de Zacatecas abarca una superficie de 7'553,930 ha y representa 3.8% de la superficie del País (INEGI, 2010). Fisiográficamente predominan las sierras, el 54% del su territorio está cubierto por la sierra madre oriental y occidental, y el 45% por la mesa del centro que presenta numerosos valles separados entre sí por algunas elevaciones. En 79% de su territorio predomina el clima seco, le sigue el templado cubriendo 17% y el cálido 4%. En el territorio del estado de Zacatecas desarrolla vegetación de selva caducifolia, bosque de pino y encino, matorral xerófilo y pastizal en su condición natural e inducido.

Procedimiento para analizar el cambio de la cobertura del pastizal

Para calcular e identificar los cambios en la cobertura del pastizal a través del tiempo se utilizaron dos fuente de información: a) Cartografía de uso del suelo y vegetación, serie I, en formato digital, a escala 1:250 000, editada por el Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI, 1993), la información corresponde al año 1978, y b) Cartografía de uso del suelo y vegetación, serie III, en formato digital, a escala 1:250 000, editada por el Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI, 2005), la información corresponde al año 2002.

Según Mas *et al.* (2002) la confiabilidad de los datos es un aspecto crítico en el estudio de los cambios de cobertura por comparación de mapas, ya que el error se incrementa al cruzar diferentes capas de información. Se reconoce que la calidad de la cartografía del INEGI es ampliamente aceptada por los usuarios. Sin embargo, con el propósito de incrementar la confiabilidad de las bases de datos, se verificó la calidad del etiquetamiento y clasificación de los polígonos de las dos cartas, aplicando la técnica descrita por Bocco y Riemann (1997).

Posteriormente se realizó una sobreposición de las dos fuentes cartográficas y el cruce de sus bases de datos, aplicando el procedimiento propuesto por Bocco *et al.* (2001). A partir de lo anterior se obtuvo una matriz de transición, la cual presenta, numéricamente los cambios ocurridos en el periodo.

A partir de las estadísticas de la matriz de transición y aplicando la metodología propuesta por Palacio *et al.* (2004) se obtuvieron los siguientes indicadores:

- i. Cambio de la cobertura del pastizal. Con este indicador se determina la superficie del pastizal y el cambio para el periodo de análisis.
- ii. Superficie de pastizal conservada o sin cambio. Mide el porcentaje de superficie que no sufrió cambio en el periodo 1978-2002.
- iii. Superficie de pastizal que proviene de otras coberturas. Mide la cantidad de superficie donde anteriormente se realizaba alguna actividad agropecuaria como cultivos y pastizal inducido y actualmente se encuentra ocupada por pastizal natural.
- iv. Superficie de pastizal con cambio a otras coberturas. Mide la cantidad de superficie de pastizal que cambió hacia otras coberturas.

Resultados y Discusión

Cambio de la cobertura del pastizal

En el territorio del estado de Zacatecas, en el periodo de análisis de 1978 a 2002, la cobertura de los pastizales conformada por el pastizal natural y el pastizal inducido disminuyó 5.9%, su extensión se redujo 84,000 ha, al cambiar de 1,427,000 ha a 1,343,000 ha. La participación relativa de los pastizales en relación a la superficie total del estado de Zacatecas bajó de de 18.9% a 17.8% (Cuadro1). Destaca la cobertura del pastizal natural, ya que en 2002 representaba 15.1% del territorio estatal. Es importante conservar y utilizar adecuadamente el pastizal por el beneficio ambiental y socioeconómico que ofrece a la sociedad, principalmente del medio rural.

Por tipo de pastizal la tendencia de cambio fue diferente. En el mismo periodo, la superficie del pastizal natural disminuyó 93,300 ha, su extensión se redujo 7.6%, al pasar de 1,231,200 ha a 1,137,900 ha. En tanto que, el pastizal inducido aumentó 9,300 ha, su área creció 4.7%, al pasar de 195,800 ha a 205,100 ha (Cuadro1).

En 1978 la superficie del pastizal natural e inducido cubrían 16.3% y 2.6% del territorio zacatecano y en 2002, 15.1% y 2.7% (Cuadro1). Mientras que, a nivel nacional, en 1976 el pastizal natural e inducido cubrían 5.4% y 7.7% del territorio mexicano y para 2000, 4.5% y 11.6% (Velázquez *et al.*, 2002). El pastizal inducido registró una tendencia creciente en los dos ámbitos, aunque fue mayor proporcionalmente el incremento a nivel nacional, mientras que el pastizal natural presentó una tendencia decreciente en los dos espacios.

Cuadro 1. Cambio de la cobertura de los pastizales en el estado de Zacatecas en el periodo 1978-2002

Tipo de pastizal	1978		2002		Cambio en el periodo		Cambio anual
	ha	%*	ha	%*	ha	%	ha
Pastizal natural (Pn)	1,231,200	16.3	1,137,900	15.1	-93,300	-7.6	-3888
Pastizal inducido (Pi)	195,800	2.6	205,100	2.7	9,300	4.7	388
Suma (Pn+Pi)	1,427,000	18.9	1,343,000	17.8	-84,000	-5.9	-3500

Nota: *porcentaje en relación a la superficie total del estado de Zacatecas (7'553,930 ha)

Superficie de pastizal conservada o sin cambio

En el estado de Zacatecas 74.0% de la cobertura de los pastizales no sufrió ningún cambio durante el periodo de análisis, esto significa que de las 1,427,000 ha de pastizales que había en

1978, una superficie de 1,056,300 ha permaneció cubierta con la misma vegetación en 2002, en tanto que 370,700 ha cambiaron hacia otras coberturas (Cuadro 2).

El pastizal inducido registró la menor proporción de superficie conservada (65.6%) durante el periodo de análisis. La cubierta del pastizal inducido es menos estable, porque cuando se presentan condiciones favorables, mediante la sucesión ecológica regresa a la vegetación original (bosque, selva, matorral o pastizal) y/o mediante intervención humana cambia su uso de suelo hacia tierras de cultivo. En cambio, el pastizal natural conservó sin cambio 75.4% de su área en el lapso de 24 años.

Cuadro 2. Conservación y cambio de la superficie de los pastizales en el estado de Zacatecas en el periodo 1978-2002

Tipo de pastizal	Superficie en 1978 (ha)	Superficie que se conservó al 2002		Superficie que cambió a otra cobertura o uso
		ha	%	
Pastizal natural (Pn)	1,231,200	927,800	75.4	303,400
Pastizal inducido (Pi)	195,800	128,500	65.6	67,300
Suma (Pn+Pi)	1,427,000	1,056,300	74.0	370,700

Superficie de pastizal con cambio a otras coberturas

Del total de superficie de pastizal natural que había en 1978, el 24.6% cambió su área (303400 ha) hacia otro tipo de vegetación o uso del suelo al final del periodo de análisis (2002), las terrenos agrícolas, los matorrales y el pastizal inducido fueron las coberturas que más se expandieron sobre el pastizal natural, con 207,800, 45,600 y 12,200 ha respectivamente. En el pastizal inducido, proporcionalmente fue mayor la conversión de superficie (34.4%) y mas diversa, pero menor en valor absoluto con solo 67,300 ha, de las cuales 28,200 ha cambiaron a terrenos agrícolas, 19.300 ha a bosques, 9,300 ha a selvas y 4,700 ha a pastizal natural. En ambos tipos de pastizal la proporción de superficie con cambio que se registró se considera alta y denota fuerte intervención humana. Destaca el crecimiento de la frontera agrícolas que presentó en el periodo de análisis al expandirse sobre 236,000 ha de pastizal natural e inducido.

Superficie de pastizal que proviene de otras coberturas

Al final del periodo de análisis, se determinó que el pastizal inducido incorporó a su cobertura terrenos deforestados de bosque de pino-encino (26,300 ha), terrenos agrícolas degradados (15,800 ha) y pastizal natural deteriorado (12,200 ha). En cambio, el pastizal natural incorporo a su cobertura superficie que cedieron los terrenos agrícolas (87,100 ha), los matorrales (42,800 ha) y el pastizal inducido (4,700ha). La conversión de esas coberturas al pastizal natural fue posible mediante la sucesión ecológica.

Conclusiones

En el periodo de análisis (1978-2002) la cobertura del pastizal registró un dinámico e intenso proceso de cambio negativo en el territorio del estado de Zacatecas.

En el periodo de análisis la superficie del pastizal disminuyó 5.9%, su extensión se redujo 84,000 ha, al cambiar de 1,427,000 ha a 1,343,000 ha y su participación relativa en el territorio del estado de Zacatecas bajó de 18.9% a 17.8%.

El proceso de cambio fue intenso y dinámico porque 26.0% de la superficie del pastizal cambió a otro uso del suelo y vegetación en el lapso de 24 años.

Literatura Citada

- Bellido M. M., M. Escribano Sánchez, F.J. Mesías Díaz, A. Rodríguez de Ledesma Vega y F. Pulido García. 2001. Sistemas extensivos de producción animal. *Arch. Zootec.* 50: 465-489.
- Bocco, G. M. Mendoza y O. R. Maser. 2001. La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación (parte 1). *Investigaciones Geográficas* 44:18:38 (Mx) [en línea] 2001, (044):[fecha de consulta: 18 de noviembre de 2008]. ISSN 0188-4611. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=56904403>
- Bocco, G. y H. Riemann. 1997. Quality assessment of polygon labelling, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63 (4):393 – 395
- Chacón R. R. y Chávez S. A. 1999. Prácticas de alimentación para el ganado bovino en los agostaderos de Chihuahua. Folleto Técnico No. 5. INIFAP.
- INEGI. 2010. Anuario estadístico del estado de Zacatecas. Edición 2010. Ags., México.
- INEGI. 2005. Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie III (2002), escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. [cd-rom].
- INEGI. 1993. Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie I (1978), escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. [cd-rom].
- Mas, J. F., A. Velázquez, J. R. Díaz, R. Mayorga, C. Alcántara, R. Castro y T. Fernández. 2002. Monitoreo de los cambios de cobertura en México, CD de las memorias del II seminario latinoamericano de Geografía Física, Maracaibo, Venezuela.
- Palacio P. J.L., M.T. Sánchez S., J.M. Casado I., E. Propin F., J. Delgado C., A. Velázquez M., L. Chias B., M.I. Ortiz Á., J. González S., G. Negrete F., J. Gabriel M. y R. Márquez H. 2004. Indicadores para la caracterización y el ordenamiento territorial. Secretaría de Desarrollo Social, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 161p.
- Reid, W. V., H. A. Money, A. Cropper, D. Capistrano, S. R. Carpenter, K. Chopra, P. Dasgupta, T. Dietz, A. K. Duraiappah, R. Hassan, R. Karperson, R. Leemans, R. M. May, T.(A. J.) McMichael, P. Pingali, C. Samper, R. Scholes, R. T. Watson, A. H. Zakri, Z. Shidong, N. J. Ash, E. Bennett, P. Kummar, M. J. Lee, C. Raudsepp-Hearne, H. Simons, J. Thonell y M. B. Zurek. . 2004. *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio: Informe de Síntesis*.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México 2005. Compendio de Estadísticas Ambientales. México D. F.
- Servicio de Conservación de los Recursos Naturales (NRCS). Programa de Conservación de Tierras Privadas de Pastoreo. Hoja informativa de la Farm Bill 2002, en *Los programas*, EU., Servicio de Conservación de los Recursos Naturales, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, disponible en http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS//nrcsdev11_023654.pdf, consultado el 20 de marzo de 2011.
- Velázquez, A., J.F. Mas, J.R. Díaz, R. Mayorga-Saucedo, P.C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J.L. Palacio, 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México, *Gaceta ecológica*, INE-SEMARNAT, México. 62:21-37.

CALIDAD DEL FORRAJE DE MAÍZ PARA ENSILAJE EN LA REGION ALTOS DE JALISCO

QUALITY OF CORN FORAGE FOR SILAGE IN THE REGION ALTOS DE JALISCO

Fernando Martínez, José de Jesús Olmos, Margarita Elizabeth Castellanos, Ofelia Iñiguez, Humberto Ramírez y José Ángel Martínez

Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de Los Altos, Universidad de Guadalajara

Resumen

El forraje de maíz en forma de ensilaje, cultivado bajo condiciones de temporal, es uno de los ingredientes alimenticios más importantes para la producción de leche de bovino en la región Altos de Jalisco. En 2008 y 2009 se colectaron 98 muestras de forraje de maíz para ensilaje recién cosechado en 21 municipios de Jalisco, 14 de la región Altos de Jalisco y 6 municipios aledaños, para medir su calidad nutricional. Mas del 80% de muestras colectadas en 2008 y más del 84% en 2009 presentaron un contenido de materia seca menor al 30.0% lo que indica que el forraje se cosecho en un estado de madurez temprano. Conforme se incrementó el contenido de materia seca del forraje la concentración de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido disminuyeron y el contenido de carbohidratos no-fibrosos incrementó, mejorando su calidad nutricional; sin embargo, en ambos años la calidad del forraje fue menor a la reportada por el NRC (2001) para un ensilaje de maíz normal. En la región Altos de Jalisco existe un gran potencial para mejorar la calidad nutricional del forraje de maíz para ensilaje, simplemente cosechándolo con un contenido adecuado de materia seca.

Palabras Clave: Forraje de maíz, calidad nutricional.

Abstract

Corn forage for silage, cultivated under rain-fed conditions, is one of the most important feed ingredients for milk production of dairy cattle in the region Altos de Jalisco. In years 2008 and 2009 ninety-eight samples of fresh cut corn forage for silage were collected from 21 municipalities of Jalisco state, 14 of the region Altos de Jalisco and 6 nearby municipalities, to measure its nutritional quality. More than 80% of collected samples in 2008 and more than 84% in 2009 had a dry matter content lower than 30.0% indicating that the forage was harvested in an early growing state. As the dry mater content of the forage increased the concentration of neutral detergent fiber and acid detergent fiber decreased and the content of non-fiber carbohydrates increased, improving its nutritional quality; however, in both years the forage quality was lower than the values reported by NRC (2001) for normal corn silage. In the region Altos de Jalisco there is a great potential to improve the nutritional quality of corn forage for silage simply by harvesting it with the right dry matter content.

Key words: Corn forage, nutritional quality.

Introducción

El forraje de maíz en forma de ensilaje es uno de los ingredientes alimenticios más importantes

para la producción de leche de bovino en la región Altos de Jalisco. Debido a que en esta región se produce una proporción muy importante de la leche que produce el país [en 2009 se produjeron 1.15 millones de litros que representaron el 10.9% de la producción nacional (SIAP, 2012)], la cantidad que se demanda anualmente de este forraje es muy elevada.

El ensilaje de maíz se considera una excelente fuente de forraje para el ganado lechero por su alto contenido energético y porque la disponibilidad de los nutrientes que contiene, por lo general, es mas alta en comparación con otros forrajes (NRC, 2001). Además, haciendo un manejo adecuado del cultivo su rendimiento productivo puede llegar a superar las 26.0 toneladas de materia seca por hectárea (Darby y Lauer, 2002). Sin embargo, diversos factores tales como: el tipo de híbrido sembrado (Johnson et al., 1997), madurez de la planta a la cosecha (Lewis *et al.*, 2004), densidad de siembra (Cusicanqui y Lauer, 1999), control de plagas (Cox *et al.*, 2007), nivel de fertilización (Sheaffer *et al.*, 2006), espaciado entre surcos (Cox y Cherney, 2001) y diferencias geográficas dentro de una misma región (Silva-del-Rio, 2010), pueden afectar el rendimiento y la calidad del forraje cosechado.

Los sistemas de producción de leche en los Altos de Jalisco regularmente cuentan con terrenos para el cultivo de maíz bajo condiciones de temporal. Sin embargo, la mayoría de productores tienen una limitada formación técnica para optimizar la producción y calidad del forraje lo que probablemente determina una alta variabilidad en su calidad a la cosecha. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue medir la calidad del forraje de maíz para ensilaje producido bajo condiciones de temporal en la región Altos de Jalisco.

Materiales y Métodos

Del 4 al 24 de octubre de 2008 y del 3 al 27 de octubre de 2009 se visitaron 98 parcelas de maíz en 21 municipios de Jalisco, 14 de la región Altos de Jalisco (Acatic, Arandas, Encarnación de Díaz, Jalostotitlán, Jesús María, Lagos de Moreno, San Diego de Alejandría, San Ignacio Cerro Gordo, San Juan de los Lagos, San Julián, San Miguel el Alto, Tepatitlán de Morelos, Unión de San Antonio y Valle de Guadalupe) y 6 municipios aledaños (Atotonilco el Alto, Ayotlán, Degollado, La Barca y Zapotlanejo). La selección de las parcelas se realizó utilizando dos criterios: 1) que el forraje de maíz se estuviese cosechando al momento en que el personal responsable del proyecto fuese pasando a su lado y b) que el dueño o responsable de la parcela diese su autorización para realizar el muestreo del forraje. En cada parcela se tomaron sub-muestras de 10 puntos diferentes de cada uno de 5 camiones (o remolques) al momento de su llenado, cuando el forraje verde se estaba cosechando. Todas las sub-muestras de una misma parcela (50 en total) se mezclaron en un recipiente amplio para hacer una sola muestra compuesta y homogeneizada, de aproximadamente 2 kg, representativa de la parcela. Desde su colección hasta su arribo al laboratorio, las muestras se mantuvieron en refrigeración para evitar alteraciones en su composición química. A estas muestras, se les determinó su contenido de materia seca en una estufa de aire forzado a 60°C por 48 horas. Posteriormente, las muestras secas se molieron en un molino rotativo de impacto (RETSCH SR300, Staufen, Alemania) con malla de 1 mm y se analizaron para determinar su contenido de materia seca a 105°C (AOAC, 1980), nitrógeno total (Leco Instruments, Inc., St. Joseph, MI) y fibra detergente neutro y fibra detergente ácido (Van Soest et al., 1991) en un Analizador de Fibra Ankom (Ankom Technology Corp., Fairport, NY). También se analizaron para grasa cruda y cenizas (AOAC, 1980). Su contenido de carbohidratos no-fibrosos se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

Carbohidratos no-fibrosos, % de la materia seca = 100 – (% proteína cruda + % fibra detergente neutro + % grasa cruda + % cenizas). El porcentaje de proteína cruda del forraje se calculó multiplicando el valor de su contenido de nitrógeno por el factor 6.25. El manejo de los datos y su análisis con estadística descriptiva se realizó en una hoja de cálculo Excel.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de la calidad nutricional del forraje de maíz para ensilaje colectado en los años 2008 y 2009.

Cuadro 1. Calidad nutricional del forraje de maíz para ensilaje en la región Altos de Jalisco.

Medición	Año 2008 (46 muestras)				Año 2009 (52 muestras)			
	Promedio	Mínimo	Máximo	DE ¹	Promedio	Mínimo	Máximo	DE ¹
MS ² , %	27.6	21.1	41.5	4.26	26.1	18.1	36.6	4.31
Cenizas, % MS	6.91	4.84	9.75	1.16	6.58	4.26	11.2	1.63
MO ³ , % MS	93.1	90.2	95.2	1.16	93.4	88.8	95.7	1.63
PC ⁴ , % MS	8.81	6.82	10.7	0.94	8.58	7.17	9.93	0.69
FDN ⁵ , % MS	49.9	40.8	60.2	4.81	54.6	46.3	65.5	4.13
FDA ⁶ , % MS	25.0	19.6	32.2	2.96	25.6	20.5	33.8	2.89
Grasa cruda	3.17	2.82	3.26	0.08	3.22	3.08	3.35	0.06
CNF ⁷ , % MS	31.2	17.6	40.9	5.17	27.1	16.1	35.3	4.37

¹Desviación estándar; ²Materia seca; ³Materia orgánica; ⁴Proteína cruda; ⁵Fibra detergente neutro;

⁶Fibra detergente ácido; ⁷Carbohidratos no-fibrosos.

En un mismo año se observó una amplia variación en prácticamente todos los parámetros nutricionales medidos.

Considerando el contenido de materia seca, fibra detergente neutro (a mayor contenido menor calidad) y carbohidratos no-fibrosos (a mayor contenido mayor calidad) como indicadores de la calidad del forraje, el año 2008 se cosechó forraje con una ligera mejor calidad con respecto a 2009. Sin embargo, en ambos años fue baja comparándola con los valores promedio de un ensilaje normal (materia seca = 35.1%; fibra detergente neutro = 45.0%; carbohidratos no-fibrosos = 38.7%) reportados por el NRC (2001).

Conforme avanza el estado de madurez de la planta el contenido de materia seca del forraje de maíz para ensilaje disminuye y su calidad nutricional incrementa (Darby y Lauer, 2002; Wiersma et al., 1993). En el Cuadro 2 se observa que en ambos años, 2008 y 2009, conforme se incrementó el contenido de materia seca del forraje los valores de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido disminuyeron y el contenido de carbohidratos no-fibrosos incrementó. Esto ocurre por un incremento en el contenido de almidón en el grano al avanzar el estado de madurez de la planta (Lewis et al., 2004).

Cuadro 2. Valores promedio de parámetros de calidad del ensilaje de maíz fresco agrupados de acuerdo a su contenido de humedad.

Medición	Contenido de materia seca del ensilaje de maíz fresco						General
	<20.0%	20.1-25.0	25.1-30.0	30.1-35.0	35.1-40.0	>40.1	
Año 2008							
Muestras, No.		16	21	6	2	1	46
MS ¹ , %		23.5	28.0	32.1	36.8	41.5	27.8
Cenizas, % MS		6.72	7.07	6.49	7.95	7.01	6.92
MO ² , % MS		93.3	92.9	93.5	92.0	93.0	93.1
PC ³ , % MS		9.05	8.85	8.18	8.57	8.55	8.80
FDN ⁴ , % MS		51.3	49.5	47.4	52.3	46.1	49.9
FDA ⁵ , % MS		25.6	24.9	23.8	27.0	19.9	25.0
GC ⁶ , % MS		3.19	3.16	3.15	3.19	3.13	3.17
CNF ⁷ , % MS		29.8	31.4	34.8	28.0	35.2	31.2
Año 2009							
Muestras, No.	5	19	20	12	1		52
MS ¹ , %	19.0	23.0	26.9	31.9	36.6		26.1
Cenizas, % MS	8.23	6.51	6.56	6.10	5.74		6.60
MO ² , % MS	91.8	93.5	93.4	93.9	94.3		93.4
PC ³ , % MS	8.38	8.71	8.47	8.62	8.95		8.58
FDN ⁴ , % MS	61.1	53.8	54.0	54.2	52.8		54.6
FDA ⁵ , % MS	29.6	25.6	24.9	25.0			25.6
GC ⁶ , % MS	3.21	3.22	3.24	3.17			3.22
CNF ⁷ , % MS	20.5	27.8	27.7	27.3			27.0

¹Materia seca; ²Materia orgánica; ³Proteína cruda; ⁴Fibra detergente neutro; ⁵Fibra detergente ácido;

⁶Grasa cruda; ⁷Carbohidratos no-fibrosos.

Más del 80% de muestras colectadas en 2008 y más del 84% en 2009 presentaron un contenido de materia seca menor al 30.0% y, en 2009, cerca del 10.0% de las muestras tuvieron un contenido de materia seca igual o menor a 20.0%. El estado de madurez de la planta tiene una fuerte influencia en el contenido de materia seca del forraje de maíz para ensilaje a la cosecha y, cosechando el forraje con un contenido de materia seca entre 30.0 y 35.0% se logra el mayor rendimiento productivo por unidad e superficie cosechada (Wiersma et al., 1993) y los mejores niveles de producción de leche (Baron et al., 2008). Los valores promedio de materia seca del forraje, de 27.6% en 2008 y 26.1% en 2009, indican que posiblemente se está subutilizando el potencial productivo por unidad de superficie cosechada y en producción de leche en esta región. El ensilaje de maíz cosechado con un alto contenido de humedad es susceptible de presentar escurrimientos de efluentes con la consecuente pérdida de nutrientes; además, puede provocar una reducción en el consumo de materia seca en ganado lechero por su alto contenido de ácidos acumulados durante su fermentación (Kung, 2012).

Conclusiones

La mayoría del forraje de maíz para ensilaje cultivado en la región Altos de Jalisco bajo condiciones de temporal se cosecha antes de que alcance la madurez adecuada para optimizar su rendimiento productivo por unidad de superficie sembrada y su calidad nutricional para la producción de leche.

Literatura Citada

- Association of Official Analytical Chemists. 1980. Official methods of analysis. 13th ed. AOAC, Washington, DC.
- Baron, V. S., M. Oba, and A. Aasen. 2008. Challenges for growing corn silage suitable for the dairy industry in a northern climate. *In: Proceedings of 26th Western Canadian Dairy Seminar – Advances in Dairy Technology*; 4-7 march 2008; Red Deer, Alberta, Canada. Volume 20:181-192.
- Cusicanqui, J. A. and J. G. Lauer. 1999. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal* 91:911-915.
- Cox, W. J. and D. L. Cherney. 2001. Row spacing, plant density, and nitrogen effects on corn silage. *Agronomy Journal* 93:597-602.
- Cox, W. J., J. H. Cherney and E. Shields. 2007. Clothianidin seed treatment has an inconsistent effect on corn forage when following soybeans. *Agronomy Journal* 99:543-548.
- Darby, H. M. and J. G. Lauer. 2002. Planting date and hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal* 94:281-289.
- Johnson, J. C. Jr., R. N. Gates, G. L. Newton, J. P. Wilson, L. D. Chandler, and P. R. Utley. 1997. Yield, composition, and in vitro digestibility of temperate and tropical corn hybrids grown as silage crops planted in summer. *Journal of Dairy Science* 80:550-557.
- Kung, L. Harvesting immature or mature corn silage. Disponible en: <http://ag.udel.edu/anfs/faculty/kung/Harvesting%20Immature%20or%20Mature%20Corn%20Silage.pdf>. Consultado 20 de julio de 2012.
- Lewis, A. L., W. J. Cox, and J. H. Cherney. 2004. Hybrid, maturity, and cutting height interactions on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal* 96:267-274.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cows. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Sheaffer, C. C., J. L. Halgerson, and H. G. Jung. 2006. Hybrid and N fertilization affect corn silage yield and quality. *Journal of Agronomy and Crop Sciences* 192:278-283.
- SIAP-SAGARPA. Estadísticas de producción de leche de bovino. Disponible en: http://www.campomexicano.gob.mx/portal_sispro/index.php?portal=lechebovino. Consultado 28 de junio de 2012.
- Silva-del-Río, N. 2010. Opportunities to improve corn silage quality in California. *In: Proceedings of 40th California Alfalfa & Forage Symposium and Corn/Cereal Silage Conference*; 1-2 December 2010; Visalia, CA. pag. 103.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-3597.
- Wiersma, D. W., P. Carter, K. A. Albrecht, and J. G. Coors. 1993. Kernel milk-line stage and corn forage yield, quality, and dry matter content. *Journal of Production Agriculture* 6:23-24.

POTENCIAL PRODUCTIVO DEL PASTO BUFFEL (*Cenchrus ciliaris*) ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE ZACATECAS

PRODUCTIVE POTENTIAL OF BUFFEL GRASS (*Cenchrus ciliaris*) AND CLIMATE CHANGE IN THE ESTATE OF ZACATECAS

Guillermo Medina¹, José A. Ruiz², Gabriel Díaz³, Nadiezhda Y. Z. Ramírez⁴

^{1,4}INIFAP Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac., 98500, México.

²INIFAP Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, Km 8 Carretera libre Tepatitlán-Lagos de Moreno, Tepatitlán, Jal., 47600, México. ³INIFAP Campo Experimental Cotaxtla, S.E. Teocelo, Km. 3.5 Carr. Xalapa-Veracruz, Colonia Ánimas, C.P.91190, Xalapa, Veracruz, México. medina.guillermo@inifap.gob.mx

Resumen

Las alteraciones en las condiciones agroclimáticas de las áreas agrícolas y pecuarias del país, que está provocando el cambio climático, originan la necesidad de evaluar los impactos de estos cambios sobre el potencial de producción de cultivos. El objetivo de este estudio fue cuantificar los efectos del cambio climático en el potencial productivo del pasto buffel en escenarios futuros. El estudio se llevó a cabo en el estado de Zacatecas, México. Se estimaron escenarios climáticos futuros utilizando las anomalías mensuales de temperatura y precipitación medias obtenidas de un modelo ensamble para el escenario de emisiones de gases de efecto invernadero A2. Se tomó como climatología actual al Sistema de Información Ambiental del INIFAP correspondiente al periodo 1961-2003. Se obtuvieron las temperaturas y precipitaciones medias anuales para cinco escenarios futuros. Se estimó el potencial productivo del pasto buffel basándose en sus requerimientos agroecológicos para la climatología actual y los cuatro escenarios climáticos futuros. Los resultados indicaron que la temperatura media anual aumentó conforme se avanza en los escenarios hacia el futuro. El comportamiento de la precipitación no resultó tan evidente, ya que presenta poca variación. La superficie con mediano potencial disminuyó en todos los escenarios futuros y la superficie con alto potencial aumentó. Al aumentar la temperatura y mantenerse la precipitación con poca variación en los escenarios futuros en el estado de Zacatecas, mejoran las condiciones de desarrollo para el pasto buffel aumentando la superficie con alto potencial.

Palabras clave: Cambio climático, potencial productivo, pasto buffel, escenarios climáticos.

Introducción

A nivel mundial es aceptado actualmente que el planeta Tierra está experimentando un fenómeno de calentamiento atmosférico global. El cambio climático global implica perturbaciones en la temperatura, en la precipitación, nubosidad y todos los elementos del sistema atmosférico. El IPCC (2007) señala que la temperatura promedio se ha incrementado 0.6°C durante los últimos cien años y ha sido consecuencia del aumento en la concentración atmosférica de los llamados “gases de efecto invernadero”. En México, como en la mayoría de los países del mundo, existe preocupación por el cambio climático y sus posibles impactos sobre el sector productivo primario.

El cambio climático está generando alteraciones en las condiciones agroclimáticas de las áreas agrícolas y pecuarias del país (Ruiz *et al.*, 2010), las cuales están imponiendo la necesidad de evaluar los impactos de estos cambios sobre el potencial de producción de cultivos en México. Recientemente se han reportado

cambios pluviotérmicos durante las últimas cinco décadas y los escenarios agroclimáticos que privarán durante los próximos cincuenta años (Zarazúa, 2011).

En el estado de Zacatecas actualmente se estima que tiene alrededor de 5.6 millones de hectáreas donde se pueden desarrollar pastos (pastizales, bosques, selva baja y matorral) (INEGI, 2011) lo que representa aproximadamente 75 % de la superficie total del Estado. Los pastizales, además de sustentar la producción de carne bajo condiciones de pastoreo, también ayudan a conservar la humedad, evitar la erosión y disminuir los escurrimientos. Sin embargo, como todas las especies vegetales, los pastizales se han visto afectados por los efectos del cambio climático; estudios recientes indican que en los últimos años su productividad y estado de salud se han reducido y deteriorado debido a este fenómeno (PACP-Ch, 2011. Tapia *et al.*, 2001).

Con el fin de lograr una adecuada planeación del desarrollo agropecuario a corto, mediano y largo plazo en una región, es necesario estimar en escenarios climáticos futuros, la disponibilidad de recursos agroclimáticos, entre ellos la temperatura y la precipitación, para contar con suficiente información y poder diseñar e implementar medidas de adaptación que eviten o minimicen en lo posible los impactos negativos del cambio climático y aprovechar los efectos positivos. El objetivo de este estudio fue cuantificar los efectos del cambio climático en el potencial productivo del pasto buffel en escenarios futuros.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el estado de Zacatecas, México (Figura 1). La primera parte del estudio consistió en la estimación de escenarios climáticos futuros en la región de estudio, para ello se utilizó la base de datos de anomalías mensuales de temperatura y precipitación medias obtenidas del modelo ensamble (10 modelos globales de circulación general) para el escenario de emisiones de gases de efecto invernadero A2 (IPCC, 2007), elaborado por Magaña y Caetano (2007).



Posteriormente, se tomó como climatología actual de referencia la correspondiente al Sistema de Información Ambiental (SIA) del INIFAP correspondiente al periodo 1961-2003 (Medina *et al.*, 2011), la cual se trabajó en formato raster, sumándole algebraicamente las anomalías futuras estimadas por Magaña y Caetano (2007). Una vez que se estimaron las temperaturas y precipitaciones medias mensuales para cada uno de los años 2011 a 2050, se obtuvieron las temperaturas y precipitaciones medias mensuales para los cinco escenarios futuros: 2011-2020, 2021-2030, 2031-2040, 2041-2050.

La segunda parte del estudio consistió en la estimación del potencial productivo (Medina *et al.*, 1997), el cual se basa en los requerimientos agroecológicos de las especies. Utilizando el sistema de información geográfica IDRISI se obtuvieron las áreas con potencial para la climatología actual (1961-2003) y los cuatro escenarios climáticos futuros en la región de estudio.

Resultados y Discusión

Con los mapas de temperatura y precipitación medias anuales se estimaron los promedios estatales para el escenario climático actual y para los escenarios futuros (Cuadro 1), ahí se observa como la temperatura media anual va en aumento conforme se avanza en el escenario hacia el futuro, concordando con lo encontrado por Medina *et al.* (2011). El comportamiento de la precipitación no resultó tan evidente, ya que presenta poca variación en los escenarios futuros.

Cuadro 1. Temperatura y precipitación medias anuales en diferentes escenarios climáticos futuros en el estado de Zacatecas.

VARIABLE	ESCENARIO				
	ACTUAL	2011-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050
TEMPERATURA	17.0	17.6	17.8	18.0	18.3
PRECIPITACIÓN	456.5	442.4	441.5	442.5	432.8

Los mapas de potencial productivo generados con la climatología actual y con los escenarios futuros para pasto buffel se clasificaron en alto y medio potencial (Figura 2), de ellos se obtuvo el número de hectáreas de cada uno para el estado de Zacatecas.

En el Cuadro 2 se observa que la superficie con mediano potencial disminuye en todos los escenarios futuros al pasar de 3.70 millones de hectáreas en el escenario actual a 3.54 millones de hectáreas en el escenario 2041-2050, casi 156 mil ha menos. En cambio la superficie con alto potencial aumentó, excepto en el último escenario, al pasar de 276 mil hectáreas en el escenario actual a 469 mil hectáreas en el escenario 2041-2050, un poco más de 193 mil ha.

Cuadro 2. Número de hectáreas de potencial productivo del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) en diferentes escenarios climáticos futuros en el estado de Zacatecas.

POTENCIAL	ESCENARIO				
	ACTUAL	2011-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050
ALTO	276,106	396,362	417,908	472,590	469,249
MEDIO	3,701,538	3,621,384	3,601,730	3,547,026	3,545,688

El aumento de superficie con alto potencial se explica por el hecho de que el pasto buffel es una especie de origen tropical que requiere temperatura media anual entre 17 y 27 °C para su óptimo desarrollo (Medina *et al.*, 2001), lo cual se presenta en poca superficie en el estado de Zacatecas; al aumentar la temperatura en los escenarios futuros también aumentan los lugares con temperatura adecuada. En este aumento de la superficie con potencial la precipitación no tuvo influencia ya que prácticamente se mantuvo constante.

Las zonas con mediano potencial aunque aparentemente disminuyeron no es exactamente así, ya que las 193 mil ha que aumentó el alto potencial, pasaron de medio a alto potencial, sin embargo, las de medio potencial solo disminuyeron en 156 mil ha. Esto significa que zonas que no tenían potencial, al cambiar las condiciones en el futuro reunieron los requisitos ambientales para tener potencial medio.

Los efectos del cambio climático pueden resultar desfavorables para algunas especies pero favorables para otras, en este caso al aumentar la temperatura en el estado de Zacatecas, mejoran las condiciones de desarrollo para el pasto buffel en cuanto a este requerimiento, esto concuerda por lo reportado por Ruiz *et al.* (2010) que reporta comportamiento similar para maíz.

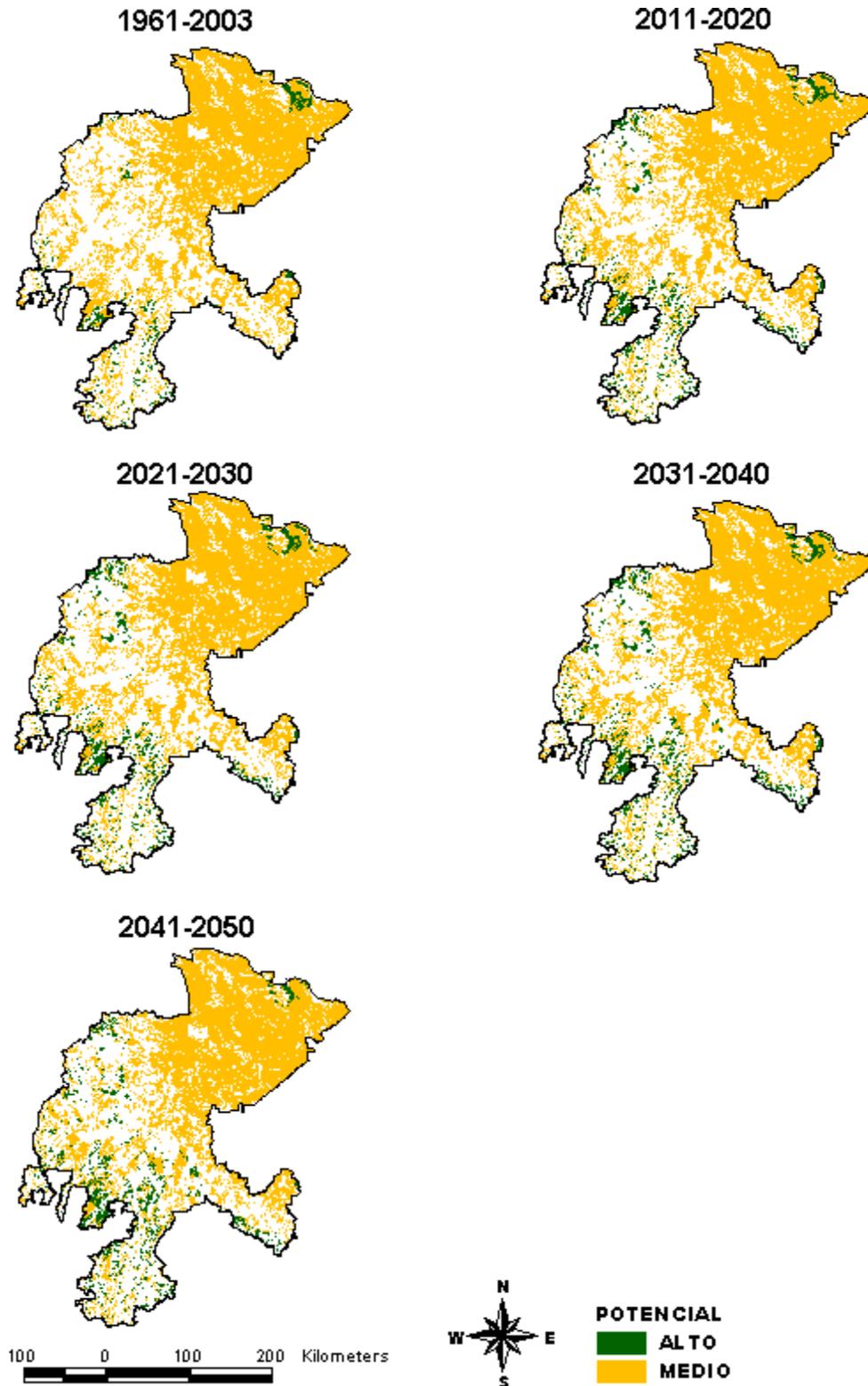


Figura 3. Potencial productivo del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*), para la climatología actual y cuatro escenarios futuros en el estado de Zacatecas.

Conclusiones

La temperatura media anual aumentó conforme se avanza en los escenarios hacia el futuro. El comportamiento de la precipitación no resultó tan evidente, ya que presenta poca variación.

La superficie con mediano potencial disminuyó en todos los escenarios futuros al pasar de 3.70 millones de hectáreas en el escenario actual a 3.54 millones de hectáreas en el escenario 2041-2050. En cambio la superficie con alto potencial aumentó, al pasar de 276 mil hectáreas en el escenario actual a 469 mil hectáreas en el escenario 2041-2050.

Al aumentar la temperatura y mantenerse la precipitación con poca variación en los escenarios futuros en el estado de Zacatecas, mejoran las condiciones de desarrollo para el pasto buffel aumentando la superficie con alto potencial.

Literatura Citada

- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change*. Contribution of working group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (B. Metz, O. Davidson, P. Bosch, R. Dave and L. Meyer, eds.). Cambridge University Press, U.K. and U.S.A. 851 p.
- Magaña, V. y E. Caetano. 2007. Pronóstico climático estacional regionalizado para la República Mexicana como elemento para la reducción de riesgo, para la identificación de opciones de adaptación al cambio climático y para la alimentación del sistema: cambio climático por Estado y por Sector. Informe Final de Proyecto de Investigación. Centro de Ciencias de la Atmósfera- UNAM-Instituto Nacional de Ecología (INE). Documento no publicado. México, D.F. 41 p.
- Medina, G.G., J.A. Ruiz C., R. A. Martínez P. y M. Ortíz V. 1997. Metodología para la determinación del potencial productivo de especies vegetales. *Agricultura Técnica en México*. 23(1):69-90.
- Medina, G.G., H. Salinas G. y F.A. Rubio A. 2001. Potencial productivo de especies forrajeras en el estado de Zacatecas. Libro Técnico No. 1. INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Campo Experimental Calera.
- Medina-G., G.; Ruiz-C., J. A.; Ramírez L., M. R. y Díaz P., G. 2011. Efecto del cambio climático en la acumulación de frío en la región manzanera de Chihuahua. *Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp. Núm. 2*:195-207.
- PACP-Ch. 2011. Plan de acción para la conservación y uso sustentable de los pastizales del desierto Chihuahuense en el estado de Chihuahua 2011-2016. Gobierno del Estado de Chihuahua. Chihuahua, México. 40 pp.
- Tapia, V. L. M.; Larios, G. A.; Anguiano, C. J. y Alcántar, R. J. J. 2008. Avances en la caracterización hidrológica en el sistema aguacate en Michoacán. *El Aguacatero*. 54:15-19.
- Ruiz, C. J. A.; Medina, G. G.; Manríquez, O. J. D. y Ramírez, D. J. L. 2010. Evaluación de la vulnerabilidad y propuestas de medidas de adaptación a nivel regional de algunos cultivos básicos y frutales ante escenarios de cambio climático. Informe final proyecto INIFAP-INE. Guadalajara, Jalisco, México. 108 p.
- Zarazúa, V. P. 2011. Evaluación del cambio climático y sus impactos sobre los cultivos de trigo, maíz y agave de la Región Ciénega de Chapala (análisis retrospectivo y análisis prospectivo). Tesis Doctoral. Universidad de Guadalajara-CUCBA. Zapopan, Jalisco, México. 188 p.

ARBUSTIVAS DE AGOSTADEROS CON POTENCIAL PARA FITORREMEDIACIÓN

RANGELAND SHRUBS WITH POTENTIALS FOR PHYTOREMEDIATION

Alicia Melgoza¹, Roberto Gutiérrez¹, Juan A. Ortega¹, Pedro Jurado², Cristina Vélez¹ y Marusia Rentería¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH, ²Campo Exp. Campana-Madera, INIFAP

Resumen

En zonas con desechos de explotaciones como la minería, el transporte de este material por viento y escurrimientos por lluvia son problemas que se pueden reducir a través de la resiembra en estas áreas con especies tolerantes a esta contaminación. Por lo que se probaron varias especies arbustivas presentes en los alrededores de un jale minero para determinar su posible uso en fitoremediación. Se recolectaron semillas de 9 especies para llevar a cabo pruebas de germinación. Se utilizaron diferentes dosis de Cd, Pb, Cr y Ni; con base en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, dos valores arriba de lo permitido y dos valores abajo de lo permitido. De cada especie, 50 semillas por tratamiento se colocaron en cajas Petri y se pusieron a germinar a 25 C. Se encontraron diferencias en la germinación de las especies entre tratamientos ($P < 0.05$). Los porcentajes de germinación en los testigos variaron de 6.7 a 33 y en los metales de 0 a 29. *Prosopis glandulosa*, *Mimosa biuncifera*, *Rhus microphylla* y *Baccharis glutinosa* fueron sensibles a los contaminantes. Las especies *Tecoma stans*, *Acacia constricta*, *A. neovernicosa* y *Celtis pallida* presentaron germinación en todos los contaminantes. Los metales Pb y Ni parecen favorecer la germinación; Pb en *Rhus microphylla* y *Celtis pallida* y Ni en *Acacia greggii* y *A. neovernicosa*. Siete de las arbustivas tienen potencial para utilizarse como fitoremediadoras. El uso de este grupo funcional en áreas de agostadero reduce la probabilidad de acumulación de metales en ganado debido a que no son preferidas cuando existe forraje herbáceo.

Palabras clave: Arbustos, suelos contaminados, metales pesados, fitoremediación

Introducción

Las actividades industrial, minera y urbana han liberado en nuestro ambiente una notable cantidad de contaminantes. En algunos países ya se han incorporado y modificado leyes y reglamentos para reducir y/o controlar la emisión y disposición de contaminantes (Thangavel y Subbhuraam, 2004). Sin embargo, no solo se debe de legislar sino también buscar nuevas tecnologías de producción y prácticas de mitigación de efectos como es la fitoremediación.

La restauración de la comunidad vegetal es una opción para restablecer los procesos ecológicos en áreas deterioradas y/o contaminada (Vanek y Schwitzguébel, 2003). Sin embargo, se requiere del conocimiento de aspectos biológicos, ecológicos y de manejo de

especies donde un primer paso es determinar si las especies con potencial de fitoremediación pueden o no germinar en suelos contaminados (Gutiérrez-Espinoza *et al.*, 2011; Jamal *et al.*, 2006; Talanova *et al.*, 1999).

Una gran cantidad de plantas fitoremediadoras han sido evaluadas en estado adulto (Sanita di Toppi y Gabbrielli, 1999; Monni *et al.*, 2001; Jamal *et al.*, 2006). Esto representa que en la aplicación en campo se requiera de producir la planta y luego trasplantar en los sitios contaminados. Por otra parte, algunas de las plantas ya utilizadas en fitoremediación son exóticas por lo que pueden tener efectos desfavorables como convertirse en plagas o malezas. De aquí la importancia de evaluar material nativo o disponible en la misma área donde se presenta el problema. Ya que las áreas contaminadas en muchos de los casos son tierras de pastoreo, es importante buscar plantas fitoremediadoras que no sean preferidas por el ganado. En este trabajo se evaluó la germinación de 9 arbustivas con diferentes dosis de metales pesados.

Materiales y Métodos

Las especies estudiadas fueron las arbustivas: agrillo *Rhus microphylla*, jarilla *Baccharis glutinosa*, tronador *Tecoma stans*, largoncillo *Acacia constricta*, huizache *A. farnesiana*, uña de gato *A. greggii*, vara prieta *A. neovernicosa*, gatuño *Mimosa biuncifera*, mezquite *Prosopis glandulosa* y granjel *Celtis pallida*. Las semillas se cosecharon en los alrededores del jale minero de San Guillermo, Chihuahua, en septiembre del 2008 a abril de 2009.

Las semillas recolectadas fueron guardadas en bolsas de papel y llevadas al invernadero de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la UACH en donde fueron secadas. Una vez secas, se almacenaron temporalmente bajo condiciones de laboratorio durante 6 a 13 meses.

Antes de la prueba, las semillas fueron desinfectadas superficialmente por inmersión en alcohol al 70%, por un minuto y posteriormente en hipoclorito de sodio al 10% por quince minutos, finalizando con ocho enjuagues en agua destilada (Zhu *et al.*, 2008). Los tratamientos a los que se sometieron las semillas fueron con base en los parámetros que señala la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. Las dosis utilizadas para cada metal fueron: 0.05, 0.1, 0.2 y 0.45 para Cd (NO₃)² 4H₂O; 0.1, 0.2, 0.4 y 0.8 para Pb (NO₃)² 5H₂O; 0.1, 0.2, 0.4 y 0.8 para Cr (NO₃)² 7H₂O; 0.5, 1.0, 2.0 y 4.0 para Ni (NO₃)² 6H₂O; además de un control por tratamiento. Las dosis de los tratamientos se establecieron utilizando el valor medio de concentración permitida para remediación de suelos contaminados por metales pesados en México, mas dos valores arriba de lo permitido y dos valores abajo de lo permitido.

En cada tratamiento se utilizaron cuatro repeticiones con 50 semillas cada uno. Las semillas fueran depositadas en cajas Petri esterilizadas sobre un sustrato de algodón y papel secante. Posteriormente a cada caja le fue adicionada la solución del tratamiento correspondiente y se cerró cubriendo los bordes con cinta adhesiva. Las cajas fueron colocadas en germinadoras a una temperatura de 25°C por un periodo de 15 días. Se consideró que una semilla germina, si esta emite una radícula de al menos 2 mm de longitud.

El diseño experimental fue un completamente al azar; a los datos obtenidos se les aplico un análisis de varianza.

Resultados y Discusión

El Cuadro 1 muestra un resumen de la germinación combinando todas las dosis. La germinación varió ($P < 0.05$) entre tratamientos y concentraciones. La germinación en los testigos fue baja de 6.50 a 33%; esto pueda deberse a la presencia de latencia en la semilla. Las especies más sensibles a germinar en presencia de contaminantes son: *Prosopis glandulosa* y *Mimosa biuncifera*. *Rhus microphylla* y *Baccharis glutinosa* fueron inhibidas por Cr, mientras que *Acacia greggii* por Pb. En el resto de las especies, las germinaciones se reducen pero no se inhiben.

Cuadro 1. Germinación promedio (%) de arbustivas presentes en jales mineros.

Especie	% Germinación				
	Testigo	Cadmio	Níquel	Plomo	Cromo
<i>Rhus microphylla</i>	17.00	1.00	4.25	29.00	0.00
<i>Baccharis glutinosa</i>	13.50	2.25	14.50	11.25	0.00
<i>Tecoma stans</i>	33.00	1.75	15.00	11.00	2.00
<i>Acacia constricta</i>	10.00	1.25	5.00	16.50	0.75
<i>Acacia farnesiana</i>	17.00	0.75	16.50	5.00	1.25
<i>Acacia greggii</i>	13.00	0.50	16.25	0.00	1.25
<i>Acacia neovernicosa</i>	6.50	2.50	10.25	4.50	0.75
<i>Mimosa biuncifera</i>	17.50	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Prosopis glandulosa</i>	6.75	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Celtis pallida</i>	15.00	2.25	9.75	18.50	0.25

El Cuadro 2 muestra la respuesta de cada especie a cada dosis de contaminante. La mayoría de las especies lograron germinar sin mostrar un efecto ($P > 0.05$) debido a la presencia de contaminantes. *Acacia constricta* fue la arbustiva más tolerante ($P < 0.05$) a todas las dosis y contaminantes. Aunado a esto es una especie poco consumida por el ganado, lo que le da mayores posibilidades de utilizarse en fitoremediación. La respuesta de *Rhus microphylla* es importante al seleccionar plantas eficientes en la fitoremediación; con Pb incremento ($P < 0.05$) su germinación, con Cd y Ni no es afectada y solo con Cr se inhibió. Se sabe que ciertos contaminantes son tomados por las plantas y logra sustituir ciertos elementos básicos en la fisiología de éstas (Crist *et al.*, 2002).

La importancia de determinar que especies pueden ser sembradas en suelos contaminados es que se reduce el manejo de plantas adultas y su trasplante. Por otra parte, otras especies herbáceas pueden ser sembradas en combinación para asegurar una cobertura del suelo más uniforme.

Conclusiones

Existe potencial en plantas silvestres que crecen en lugares contaminados para su uso en fitoremediación. La germinación de *Acacia constricta* no se ve afectada por ningún tipo de contaminante. La germinación de *Rhus microphylla* no es afectada por Cd y Ni, se incrementa con Pd y se inhibe con Cr. La siembra de plantas fitoremediadoras puede simplificar su uso comparado con el trasplante de plantas adultas en las áreas contaminadas. En esta prueba se determinó solamente que plantas pueden germinar, asumiendo que el contaminante fue absorbido por la semilla, debido a la solubilidad de los compuestos

utilizados. Sin embargo, en la elaboración de todo un paquete tecnológico de fitoremediación, es necesario evaluar sobrevivencia de estas plantas, tasas de absorción del contaminante en sus diversas etapas de crecimiento, así como sus procesos de traslocación y acumulación.

Cuadro 2. Respuesta de la germinación a diferentes concentraciones de contaminantes en plantas presentes en jales mineros.

	Cadmio (mg l ⁻¹)				
	0.0	0.05	0.10	0.20	0.40
<i>Rhus microphylla</i>	17a	12a	11a	16a	14a
<i>Tecoma stans</i>	33a	5b	7b	4b	10b
<i>Acacia greggii</i>	13a	13a	6b	7b	5b
	Níquel (mg l ⁻¹)				
	0.0	0.05	0.10	0.20	0.40
<i>Rhus microphylla</i>	17a	9a	10a	11a	15a
<i>Baccharis glutinosa</i>	13.5a	14a	13a	17a	18a
<i>Tecoma stans</i>	33a	13b	18b	16b	17b
<i>Acacia constricta</i>	10a	7a	11a	7a	5a
<i>Acacia farnesiana</i>	17a	17a	13a	21a	19a
<i>Acacia greggii</i>	13a	12a	17a	26a	13a
	Plomo (mg l ⁻¹)				
	0.0	0.10	0.20	0.40	0.80
<i>Rhus microphylla</i>	17b	43a	31a	25a	31a
<i>Baccharis glutinosa</i>	13.5a	12a	14a	16a	10a
<i>Tecoma stans</i>	33a	8b	8b	9b	11b
<i>Acacia constricta</i>	10a	22a	16a	15a	12a
<i>Celtis pallida</i>	15a	16a	18a	20a	21a
	Cromo (mg l ⁻¹)				
	0.0	0.10	0.20	0.40	0.80
<i>Acacia constricta</i>	10a	3a	12a	5a	8a

Literatura Citada

- Crist, R.H., J.R. Martin, and D.R. Crist. 2002. Heavy metal uptake by lignin: comparison of biotic ligand models with an ion exchange process. *Environmental Science and Technology*. 36:1485-1490.
- Gutiérrez-Espinoza, L. R., A. Melgoza-Castillo, M.T. Alarcón-Herrera, J.A. Ortega-Gutiérrez, D.E. Prado-Tarango y M.E. Cedillo-Alcantar. 2011. Germinación del girasol silvestre (*Helianthus annuus* L.) en presencia de diferentes concentraciones de metales. *RELBA* 2:49-56.
- Jamal, S. N., M. Zafar Iqbal and M. Athar. 2006. Effect of aluminum and chromium on the germination and growth of two *Vigna species*. *International Journal of Environmental Science Technology* 3: 53-58.
- Monni, S., C. Uhlig, E. Hansen, and E. Magel. 2001. Ecophysiological responses of *Empetrum nigrum* to heavy metal pollution *Environmental Pollution*. 112: 121-129.
- Sanita di Toppi, L. S. and R. Gabbrielli. 1999 Response to cadmium in higher plants *Environmental Experimental Botanic*. 41: 105-130.

- Thangavel, P. and C. V. Subburam. 2004. Phytoextraction: Role of hyperaccumulators in metal contaminated soils Proc. Ind. Nat. Sci. Acad. B. 70: 109-130
- Talanova, V. V., A. F. Titov, and N. P. Boeva. 1999 The effect of cadmium and lead ions on growth and proline and abscisic acid contents in cucumber seedlings Russian Journal of Plant Physiology. 46: 141-143.
- Vanek, T. and J. P. Schwitzguebel. 2003. Phytoremediation inventory - COST 837 view. Plant biotechnology for the removal of organic pollutants and toxic metals from wastewaters and contaminated soils. Praga. 195p.
- Zhu, C., X. Deng and F. Shi. 2008. Evaluation of the antioxidant activity of Chinese Hickory (*Carya cathayensis*) kernel ethanol extraction, African Journal of Biotechnology. 7:2169-2173.

**CONSTRUCCION DE UN MODULO DE PRODUCCION DE GAS *IN VITRO*
PARA LA EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE INGREDIENTES
CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES**

**BUILDING AN ANAEROBIC FERMENTATION CHAMBER FOR
EVALUATION OF COMMON AND UNCOMMON INGREDIENTS**

Ana K. Moreno¹, Remberto Sandoval², Héctor Gutiérrez^{1*}, Alberto Muro¹, Francisco J. Gutiérrez¹, Romulo Banuelos¹, Carlos A. Medina¹, Luis H. Díaz¹, Luis O. Tedeschi³.

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas.

²Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica. Universidad Autónoma de Zacatecas.

³Universidad de Texas A&M, Texas, EUA.

Resumen

La determinación del valor nutricional de los ingredientes o alimentos es fundamental para cubrir satisfactoriamente los requerimientos nutricionales de los rumiantes. El objetivo del presente trabajo es describir la construcción de una cámara de producción de gas *in vitro*. Las partes fundamentales de la cámara comprenden los sensores (recolección de datos), tarjetas electrónicas (almacenaje de datos), programa (lectura de datos), y la cámara de producción de gas. Se usaron sensores de presión “Honeywell”® con ajuste de ambiente automáticos con un rango de 1-30 psi, ensamblado en una base para micrófono, la cual se dirige a la tarjeta electrónica por un extremo y por el otro a una aguja 18g x 1 1/2 “. Se usaron 4 tarjetas electrónicas que recolectan 7 datos (6 frascos y un ambiente) y una tarjeta madre que controla las 4 tarjetas de operación. Las tarjetas convierten los psi a volt y los datos son transferidos al programa GasFit System® para su interpretación de volt a ml de gas por gr de muestra. El módulo o cámara que se construyó tuvo las siguientes medidas 60x80x52.5 cm con un control de temperatura electrónico regulado por un foco de 100 watts y 2 ventiladores de 12 volts. Dentro de la caja se encuentra una plataforma de 42.5x56 cm con 25 perforaciones para igual número de frascos de 163 ml de volumen promedio. Se concluye que al construir una cámara de fermentación se hace más eficiente la técnica de producción de gas *in vitro* al adecuar la tecnología a las necesidades del laboratorio y se reducen drásticamente los costos en comparación con tecnologías comerciales.

Palabras clave. *Modulo de fermentación, producción de gas, evaluación nutricional, ingredientes, rumiantes.*

Abstract

Nutritional value determination of feeds is essential for nutrient requirements acquire of ruminants. The aim of this project was to describe the building of a fermentation chamber for gas production in vitro. Main sections of fermentation chamber are sensors (data recollection), electronic cards (data store), software (data reading), and fermentation chamber. It was used Honeywell® pressure sensors with automatic environment adjust, with range of 1-30 psi, assembled to a microphone cable base, connected in one way to a

electronic card and the other side to a 18g 1 ½”needle. Four electronic card were used for collecting 7 data base (6 bottles with sample and 1 for the ambient), and 1 card controlling the other 4 electronic cards. Electronic cards convert psi to volts and all data is transfer to the GasFit System and converted to gas ml/gr of sample. The chamber was building under the following size, 60x80x52.5 cm with a temperature control device regulated by a 100 watts lamp and two ventilators. Within the box, a platform was build with 42.5x56 cm and 25 holes for same number of bottles with capacity of 163 ml of volume. It was conclude that the fermentation chamber building it is more efficient the in vitro gas production technique, duo to technology satisfy necessities of the lab and it was decrease drastically the cost compared with commercial technologies.

Keywords: module fermentation, gas production, nutritional assessment, ingredients, ruminants.

Introduction

La producción de leche, carne y el crecimiento de los rumiantes son limitados por la calidad del forraje, lo cual se refleja principalmente en bajo consumo voluntario y baja digestibilidad. Por lo tanto, métodos precisos y prácticos para la evaluación del valor nutricional de los forrajes son de reconocida importancia y de gran necesidad (López et al., 1998). La técnica de producción de gas *in vitro* determina la proporción de los nutrientes consumidos que pueden ser absorbidos y utilizados por el animal, y dependen de un activo crecimiento y desarrollo de la población microbiana del rumen, donde productos de fermentación indispensables para el crecimiento de los rumiantes son producidos (Van Soest, 1994). La técnica de producción de gas in vitro ha sido usada frecuentemente para medir el valor biológico de los alimentos, basado en el patrón de acumulación de gas durante la incubación con líquido ruminal bajo condiciones anaerobias (Tedeschi et al., 2010ab). La técnica de producción de gases es un método que permite determinar la extensión y la cinética de degradación del alimento a través del volumen de gas producido durante el proceso fermentativo (Theodorou et al., 1994). Los transductores de presión ofrecen una vía sencilla y precisa de medir la producción de gas (M.de los A.Bruni ** y P. Chilibroste 2001). Este sistema presenta la ventaja de que el producto final que se mide (gas) es resultado directo del metabolismo microbiano, en lugar de registrar la desaparición de sustrato. Una segunda ventaja es que la formación de productos finales de la fermentación, pueden ser monitoreado a intervalos cortos de tiempo y por lo tanto la cinética de fermentación puede ser descripta con precisión (Bruni y Chilibroste., 2001). Estos métodos in vitro utilizados para obtener valores de digestibilidad tienen la característica de ser menos costosos que los métodos in vivo, ser fáciles de desarrollar en un tiempo menor, con respuestas eficaces y con condiciones experimentales más exactas (Makkar, 2003).

Material y Métodos

La cámara de producción de gas in vitro puede ser descrita en forma práctica mediante la descripción de las siguientes funciones.

Recolección de datos. Para éste procedimiento se utilizaron sensores de presión, los cuales se encargan de recolectar la presión ejercida por el gas producido bajo condiciones

anaerobias, usando ingredientes convencionales y no convencionales como sustratos de fermentación. Los sensores utilizados fueron de la marca “Honeywell”® con ajuste de ambiente automáticos con un rango de presión de 1-30 psi, estos se conectaron en un extremo con una aguja de 18x 1 ½” y por el lado opuesto fueron comunicados a un conector para micrófono (macho) que a su vez fue ensamblado a una base para micrófono (hembra) que se dirigió a la tarjeta electrónica.

Almacenaje de datos. Se usaron 4 tarjetas electrónicas que recolectan 7 datos derivados de 6 frascos donde se fermentan las muestras bajo condiciones anaerobias, y un frasco ambiente que servirá para ajustar los datos a los cambios de temperatura y humedad. Además, se usó una tarjeta madre que controla las 4 tarjetas de operación, para ser transferidos al programa GasFit System.

Lectura de datos. Las tarjetas convierten los datos en psi arrojados por los sensores a volt estos son transferidos al programa GasFit System (Tedeschi) para su interpretación de volt a ml de gas por gr de muestra, para así poder tener un valor utilizable en la evaluación de alimentos.

Módulo de producción de gas in vitro. La caja o cámara que se uso tuvo las siguientes medidas 60x80x52.5 cm con un control de temperatura electrónico regulado por un foco de 100 watts y 2 ventiladores de 12 volts para homogeneizar y disipar el calor dentro de la caja. Dentro de la caja se encuentra una plataforma doble de 42.5x56 cm con la parte superior adecuada con 25 perforaciones de 6.4cm de diámetro para igual número de frascos de 163 ml de volumen promedio distribuidos estos en 4 grupos de 6 frascos y una perforación central en cada grupo.

Resultados y Discusión

Al igual que otras técnicas de bioensayo la técnica de producción de gas emplea sustratos molidos, medio anaerobio, temperatura de 39°C e inóculo ruminal (Williams 2000). La liberación de gas de un alimento incubado in vitro con inóculo ruminal está relacionada con la digestibilidad y por lo tanto con el valor energético de los alimentos (Menke y Steingass, 1988). La cámara de producción de gas es una estrategia que ofrece la posibilidad de establecer el curso y la importancia de la fracción soluble del sustrato dentro del proceso fermentativo (Posada y Noguera 2005). Los diferentes sustratos o sus componentes varían en el grado de resistencia a los procesos de fermentación, dando lugar al ser incubados, a perfiles de producción de gas completamente diferentes (Groot et al., 1996; Cone et al., 1997). La cámara mide cada ingrediente por triplicado para disminuir la variabilidad de los frascos, y la presión es colectada cada minuto con el objetivo de tener la cinética de producción de gas completa, observando cualquier variación que se presente de los ingredientes. El módulo puede medir simultáneamente 8 ingredientes, lo que nos permite establecer comparaciones grandes entre ingredientes convencionales y no convencionales. El costo aproximado de la cámara fue de \$80,000, lo cual representa una proporción muy baja en comparación con cámaras o módulos comerciales, que cuestan más de 300% más por el mismo número de sensores.

Conclusiones

Se concluye que al construir una cámara de fermentación se hace más eficiente la técnica de producción de gas *in vitro* al adecuar la tecnología a las necesidades del laboratorio y se reducen drásticamente los costos en comparación con tecnologías comerciales.

Literatura Citada

- Bruni A, Chilibroste P 2001 Artículo invitado: Simulación de la digestión ruminal por el método de la producción de gas. Departamento de Producción Animal y Pasturas.
- López S, Carro M D, González J S and Ovejero F J 1998 Comparison of different in vitro and in situ methods to estimate the extent and rate of degradation of hays in the rumen. *Animal Feed Science and Technology*. 73: 99-113.
- Posada S.L. y R R Noguera 2005. Técnica in vitro de producción de gases: una herramienta para la evaluación de alimentos para rumiantes.
- Tedeschi, L. O., P. Schofield, and A. N. Pell. 2010a. Determining feed quality for ruminants using in vitro gas production technique. 2. Evaluating different models to assess gas production measurements. Texas A&M University, College Station, TX 77845 2471.
- Tedeschi, L. O., P. Schofield, and A. N. Pell. 2010b. Determining feed quality for ruminants using in vitro gas production technique. 1. Building an anaerobic fermentation chamber. Texas A & M University, College Station, TX 77845 2471.

PRODUCTIVIDAD DE SIETE ASOCIACIONES Y DOS PRADERAS PURAS DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS EN CONDICIONES DE PASTOREO

FORAGE YIELD OF SEVEN ASSOCIATION AND TWO PURE GRASSLAND OF GRASSES AND LEGUMES UNDER GRAZING CONDITIONS

¹Miguel Ángel Moreno Carrillo, ^{1*}Alfonso Hernández Garay, ¹Humberto Vaquera Huerta, ¹Carlos Trejo López, ¹José Alberto Escalante Estrada, ²José Luís Zaragoza Ramírez, ³Bertín Maurilio Joaquín Torres

¹Colegio de posgraduados –Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco. Correo electrónico: hernan@colpos.mx. ²Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). ³Universidad del Papaloapan. Loma Bonita, Oaxaca.

Resumen

Con el objetivo de encontrar la mejor asociación que maximice el rendimiento de forraje (MS), se estudiaron diferentes asociaciones de dos gramíneas (*Dactylis glomerata* y *Lolium perenne*) y una leguminosa (*Trifolium repens*) en condiciones de pastoreo. Se utilizaron las siguientes nueve asociaciones de trébol blanco (TB), ovinillo (O) y ballico perenne (BP): 20:50:30 %; 70:20:10 %; 100 % BP; 100 % O; 40:60 % (TB-BP); 50:20:30 %; 40:40:20 %; 40:60 % (TB-O) y 20:70:10 %, que se distribuyeron en 36 unidades experimentales, en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de materia seca, tasa de crecimiento, composición botánica y morfológica. Las praderas fueron defoliadas por ovinos, cada cuatro semanas en primavera-verano y cada seis durante otoño-invierno. Se encontró que la asociación 10:20:70 % mostró el mayor rendimiento de MS superando en 66 % a la asociación 10:70:20 % y a la pradera pura de ovinillo ($P < 0.05$). Incluyendo todas las asociaciones, el mayor rendimiento de MS y tasa de crecimiento se presentó en primavera-verano y el menor en otoño-invierno con 69 y 31 % del rendimiento anual. En promedio, el ballico perenne, el pasto ovinillo y el trébol blanco aportaron 47, 21 y 13 % respectivamente, al rendimiento anual de forraje. La mejor asociación fue 10:20:70 % TB-O-BP.

Palabras clave: *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, praderas asociadas, rendimiento de forraje.

Introducción

El uso de leguminosas solas o asociadas con gramíneas permite mejorar el rendimiento, su distribución estacional y calidad nutricional del forraje. Al respecto, Sanderson *et al.* (2005), señalan que el rendimiento es menor en praderas puras o con dos especies que aquellas con más de tres. En la zona templada del país, el trébol blanco, ballico perenne y ovinillo, son especies que se emplean bajo condiciones de pastoreo debido a su fácil establecimiento, cobertura del suelo, rápido crecimiento y elevada producción de forraje (Castro *et al.*, 2012). Sin embargo, existen

pocos estudios relacionados con la proporción de cada especie que permita obtener un mayor rendimiento de forraje, mejor distribución estacional, sin deterioro de la pradera. Por lo que el objetivo del estudio fue determinar la mejor asociación de dos gramíneas y una leguminosa, sembradas a diferentes proporciones, en términos de rendimiento anual, distribución estacional, tasa de crecimiento, composición botánica y composición morfológica.

Materiales y Métodos

Localización del área de estudio

El estudio se realizó en una pradera asociada de trébol blanco (*Trifolium repens*), pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) y ballico perenne (*Lolium perenne*), ubicada en el Campo Experimental del Colegio de Posgraduados, en Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Establecimiento de praderas

Cuadro 1. Porcentaje de cada especie empleada en las diferentes asociaciones estudiadas.

Tratamiento	Porcentaje en la asociación			Total
	Ovillo	Ballico	Trébol	
1	20	50	30	100
2	70	20	10	100
3	0	100	0	100
4	100	0	0	100
5	0	60	40	100
6	50	20	30	100
7	40	40	20	100
8	60	0	40	100
9	20	70	10	100

Variables medidas

Rendimiento de forraje

Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)

Composición botánica y morfológica

Análisis estadístico

Los datos obtenidos en cada variable, se organizaron conforme a un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación entre ellas fue realizada por medio de la probabilidad (PDIFF), usando la prueba de “t” de “Student” a un nivel de significancia del 5 %, mediante el procedimiento estadístico PROC GLM del software SAS (SAS, 2002).

Resultados y Discusión

Rendimiento de forraje

A excepción de la asociación 10:70:20 % de trébol blanco, pasto ovido y ballico perenne (TB-O-BP) y de la pradera pura de ovido, que registraron el menor rendimiento anual de materia seca, no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 2). El rendimiento anual mostró el siguiente orden descendente: 10:20:70 % TB-O-BP > 100 % BP > 20:40:40 % TB-O-BP > 30:20:50 % TB-O-BP > 40:60 % TB-BP > 40:60 % TB-O > 30:50:20 % TB-O-BP > 10:70:20 % TB-O-BP > 100 % O. La asociación 10:20:70 % de TB-O-BP, presentó el mayor rendimiento de materia seca (12,611 kg MS ha⁻¹) superando en 65.7 % a la asociación 10:70:20 % de TB-O-BP y en 66.3 % a la pradera pura de pasto ovido (P < 0.05). La asociación 10:20:70 % de TB-O-BP y la pradera pura de BP registraron los valores más altos de rendimiento de materia seca, con un aporte de ballico perenne del 70 y 86 %, seguido del trébol blanco con 11 % y el pasto ovido con 8 %, respectivamente.

Cuadro 2. Rendimiento de forraje estacional y anual (kg MS ha⁻¹), de siete asociaciones y dos praderas puras de gramíneas y leguminosas.

Estación del año	Asociaciones										EEM	Sig.	Prom.
	30:20:50 TB:O:BP	10:70:20 TB:O:BP	100 BP	100 O	40:60 TB:BP	30:50:20 TB:O:BP	20:40:40 TB:O:BP	40:60 TB:O	10:20:70 TB:O:BP				
Primavera	3120 AB ab	2620 B a	4329 A a	2260 B	3165 AB a	2528 B ab	3122 AB a	2367 B ab	4084 A a	112	**	3066 A	
Verano	3756 a	2757 a	3867 ab	2523	3023 a	3120 a	3430 a	3406 a	4312 a	112	NS	3355 A	
Otoño	1887 ab	1209 b	1534 bc	1604	1984 ab	1440 ab	2051 ab	1759 b	2767 ab	112	NS	1804 B	
Invierno	1028 b	1027 b	1134 c	1194	1192 b	926 b	1201 b	979 b	1449 b	112	NS	1126 C	
Promedio	2448 AB	1903 B	2716 AB	1895 B	2341 AB	2003 B	2451 AB	2128 AB	3153 A		**		
EEM	288	288	288	288	288	288	288	288	288			112	
Sig.	**	**	**	NS	*	*	**	**	**			**	
Rendimiento Anual	9790 AB	7612 B	10863 AB	7581 B	9363 AB	8014 AB	9803 AB	8510 AB	12611 A			*	

Diferente literal mayúscula, en la misma hilera, indican diferencias significativas entre asociaciones (P<0.01).

Diferente literal minúscula, en la misma columna, indican diferencias significativas entre estaciones del año para cada asociación (P<0.01).

TB= Trébol Blanco, O= Ovido, BP=Ballico perenne; EEM= Error estándar de la media; Sig.= Significancia, *=(P<0.05), **=(P<0.01); Prom.=Promedio.

Tasa de crecimiento del cultivo

La tasa de crecimiento del cultivo (TCC) estacional de las nueve asociaciones se presenta en el Cuadro 3. La pradera pura de ovilla y las asociaciones 10:70:20 y 30:50:20 % TB-O-BP con 24 y 25 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ presentaron el menor promedio anual ($P < 0.01$), siendo 63 y 56 % inferior al de la pradera asociada con 10:20:70% TB-O-BP, respectivamente; la cual, no fue estadísticamente diferentes ($P > 0.05$) a las demás asociaciones y a la pradera pura de ballico perenne. En general, se observó la mayor TCC promedio durante el verano con 40 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y superó en 11, 67 y 167 % a las de primavera, otoño e invierno, respectivamente ($P < 0.05$). Durante la primavera, la menor y mayor TCC la presentaron las praderas puras con ovilla y BP ($P < 0.05$), con 27 y 52 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ (Cuadro 3). En verano, las praderas puras no fueron diferentes ($P > 0.05$) a las praderas asociadas. Estos resultados coinciden con lo observado por Velasco *et al.* (2001 y 2005) quienes registraron las mayores TCC durante el verano en praderas puras de ovilla y ballico perenne.

Cuadro 3. Tasa de crecimiento del cultivo promedio estacional y anual de siete asociaciones y dos praderas puras de gramíneas y leguminosas.

Estación del año	Asociaciones									EEM	Sig.	Prom.
	30:20:50 TB:O:BP	10:70:20 TB:O:BP	100 BP	100 O	40:60 TB:BP	30:50:20 TB:O:BP	20:40:40 TB:O:BP	40:60 TB:O	10:20:70 TB:O:BP			
	kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹											
Primavera	37 AB ab	31 B ab	52 A a	27 B	38 AB a	30 B ab	37 AB ab	28 B ab	49 A a	1	**	36 A
Verano	45 a	33 a	46 ab	30	36 a	37 a	41 a	41 a	51 a	1	NS	40 A
Otoño	26 ab	17 bc	20 b	22	27 ab	19 ab	27 ab	24 b	37 ab	1	NS	24 B
Invierno	14 b	14 c	16 b	16	16 b	13 b	16 b	13 b	19 b	1	NS	15 C
Promedio	30 AB	24 B	33 AB	24 B	29 AB	25 B	30 AB	26 AB	39 A		**	
EEM	4	4	4	4	4	4	4	4	4			1
Sig.	**	**	**	NS	*	*	**	**	**			**

Diferente literal mayúscula, en la misma hilera, indican diferencias significativas entre asociaciones ($P < 0.01$).

Diferente literal minúscula, en la misma columna, indican diferencias significativas entre estaciones del año para cada asociación ($P < 0.01$).

Composición botánica y morfológica

En general, el ballico perenne contribuyó al rendimiento total de forraje con 47 %, el pasto ovilla 21 % y el trébol blanco 13 %, mientras que, el 19 % restante, lo integraron el material muerto, otros pastos y malezas (Figura 1). La contribución de cada especie al rendimiento en las praderas puras fue de 86 y 60 % para el ballico perenne y pasto ovilla, siendo muy variable en las asociaciones. El ballico perenne fue la especie que más aportó con porcentajes que variaron de 70 a 40 % en las asociaciones 40:60 % TB:BP y 30:50:20 % de TB-O-BP, respectivamente (Figura 1), con una diferencia de 3,372 kg MS ha⁻¹. El trébol blanco en las asociaciones 40:60 % TB-O y 10:20:70 % TB-O-BP contribuyó con 25 y 11 %, respectivamente (752 kg MS ha⁻¹, de

diferencia). El pasto ovillo registró una diferencia de 2,853 kg MS ha⁻¹ entre las asociaciones 40:60 % TB-O y 10:20:70 % TB-O-BP.

La contribución de cada componente morfológico al rendimiento de las asociaciones se presenta en la Figura 2. La hoja y el tallo en la pradera pura de ovillo aportaron 59 y 2 %; mientras que para la de BP contribuyeron con 64 y 22 %, respectivamente.

Conclusiones

La asociación 10:20:70 % de trébol blanco-ovillo-ballico perenne presentó el mayor rendimiento anual y tasa de crecimiento promedio. Durante primavera-verano la pradera pura de ballico perenne y la asociación 10:20:70 % registraron el mayor rendimiento de forraje y tasa de crecimiento. El ballico perenne fue la especie dominante y contribuyó con un 47 % al rendimiento anual, seguido del pasto ovillo con un 21 % y, en menor proporción el trébol blanco con un 13 %. La hoja fue el componente que predominó tanto en las especies puras como en las asociaciones.

Figura 1. Porcentaje promedio de las especies deseables de siete asociaciones y dos praderas puras de gramíneas y leguminosas.

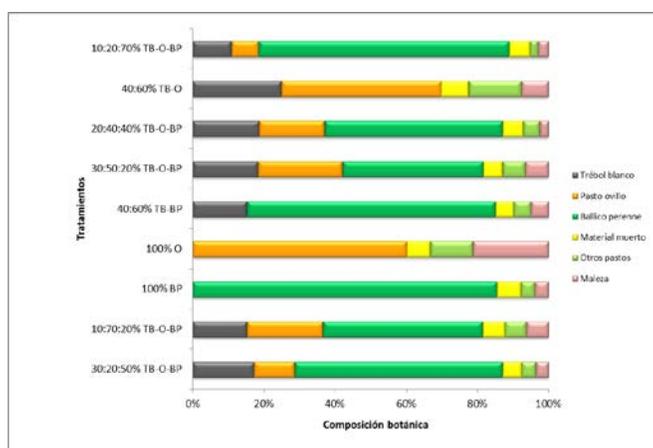
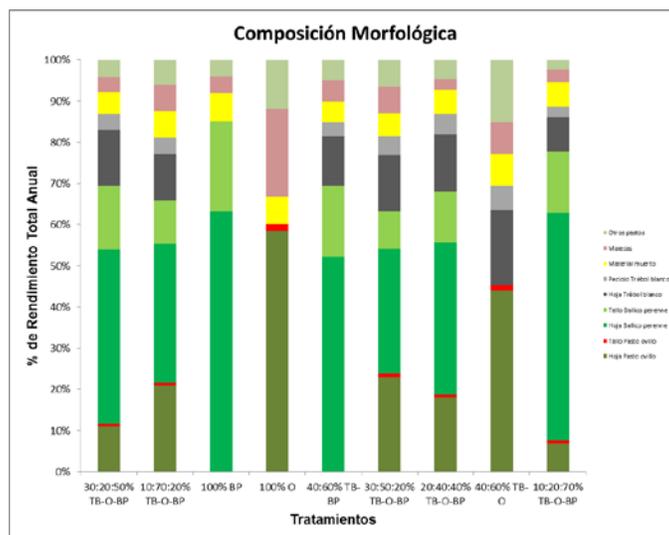


Figura 2. Composición morfológica, de siete asociaciones y dos praderas puras de gramíneas y leguminosas.



Literatura Citada

Castro R. R., G. A. Hernández, P. J. Pérez, G. J. Hernández, C. A. R. Quero, Q. J. F. Enríquez, H. P. A. Martínez. 2012. Comportamiento productivo de cinco asociaciones gramíneas-leguminosas bajo condiciones de pastoreo. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 35(1):87-95.

Sanderson M. A., K. J. Soder, L. D. Muller, K. D. Klement, R. H. Skinner, S. C. Goslee. 2005. Forage mixture productivity and botanical composition in pastures grazed by dairy cattle. *Agron. J.* 97:1465-1471.

SAS Institute. 2002. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.

Velasco Z. M. E., G. A. Hernández, H. V. A. González, P. J. Pérez, H. H. Vaquera, S. A. Galvis. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.). *Téc. Pecu. Méx.* 39:1-14.

Velasco Z. M. E., G. A. Hernández, H. V. A. González. 2005. Rendimiento y valor nutritivo de Ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. *Téc. Pecu. Méx.* 43:274:258.

CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA, DEGRADABILIDAD *IN VITRO* Y PERFIL NUTRICIONAL DE *Prosopis laevigata*

BROMATOLOGICAL CHARACTERIZATION, *IN VITRO* DEGRADABILITY AND NUTRITIONAL PROFILE OF *Prosopis laevigata*

Carlos U. Pasillas¹, Alberto Muro¹, Romulo Banuelos¹, Francisco J. Gutierrez¹, Carlos A.
Medina¹ y Héctor Gutiérrez¹

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas.

²Campo experimental Zacatecas. CIR-Norte Centro INIFAP.

Resumen

Especies nativas como el mezquite juegan un papel estratégico en el suministro de nutrientes en sistemas extensivos ofreciendo un potencial valor forrajero. Con el objetivo de determinar la calidad nutricional de *Prosopis laevigata* en rumiantes se realizó la caracterización bromatológica, degradabilidad *in vitro* y determinación del perfil nutricional de la hoja (ProH) y vaina (ProV) utilizando *Medicago sativa* (Med) como ingrediente control. Se efectuó un análisis y comparación de medias (LSM) de las variables para medir el efecto tratamiento (forraje) usando Tukey como prueba de poder. Los resultados mostraron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) en todas las variables entre los ingredientes evaluados obteniéndose los siguientes valores: 7.19, 21.75 y 26.5 para PC (%BS); 39.54, 42.45, y 49.63 para FND (%BS) y 25.14, 26.45, y 19.06 de FAD (%BS), respectivamente para ProV, ProH y Med. Además, se observó que ProV produjo más gas (mayor degradabilidad). Se obtuvieron los siguientes valores para EM son: 2.68, 2.64 y 2.70 respectivamente para ProV, ProH y Med. Como conclusión las hojas y vainas de *Prosopis laevigata* son una excelente opción forrajera para pequeños rumiantes pudiendo cumplir con requerimientos de mantenimiento en animales adultos y moderadas tasas de ganancia en animales en crecimiento.

Palabras clave: *Prosopis*, hojas, vainas, degradabilidad, caracterización bromatológica

Abstract

Native species as Mezquite are important for nutrient intake on rangeland systems. In order to determine the nutritional quality of *Prosopis laevigata* in ruminants, it was developed bromatological characterization, *in vitro* degradability and determination of nutritional profile of leaves (ProH) and pods (ProV) of *Prosopis*, and *Medicago sativa* was used as an ingredient control. Least square means were used to test differences among treatments and Tukey as a power test. Results showed differences among treatments averaging 7.19, 21.75 and 26.5 for CP, 39.54, 42.45, y 49.63 for NDF, and 25.14, 26.45, y 19.06 for ADF, respectively for ProV, ProH y Med. Moreover, ProV generated more gas production showing greater degradability. Finally, ME showed 2.68, 2.64 and 2.70 for ProV, ProH and

Med. It was concluded that *Prosopis laevigata* could be used as roughage counting for nutritional requirements of maintenance and moderate growing rates for small ruminants.

Keywords: Prosopis, leaves, pods, degradability, bromatological characterization.

Introducción

El estado de Zacatecas se caracteriza por tener una actividad económica sustentada básicamente en el sector primario, donde la ganadería es una de sus principales actividades, la cual se desarrolla bajo un sistema de producción extensivo (Serrato et al., 1999). Más de 5 millones de hectáreas se dedican a la explotación pecuaria extensiva, en donde se practica el pastoreo continuo de los agostaderos (Serna et al. 2002). Los pastizales de los agostaderos constituyen la principal fuente de forraje natural que alimenta al ganado, sin embargo existen ingredientes no convencionales que pueden ser utilizados por el ganado en bajas cantidades, bajo condiciones ambientales adversas o de forma estacional, dándoles un uso racional. Se ha considerado que los árboles u arbustivas pueden jugar un papel estratégico en el suministro de nutrientes en sistemas extensivos particularmente durante la sequía, además de muchas leguminosas arbóreas son excelentes fuentes de proteína (Paterson et al. 1998; Salem et al. 2006). Los recursos forestales tiene un potencial considerable, con posibilidades de ser aprovechados de manera racional y sostenible, para contribuir al mejoramiento de los niveles de vida del sector rural, en particular, ya que ofrecen múltiples alternativas de apropiación entre las cuales esta el forrajero. El aprovechamiento de especies nativas como mezquite (*Prosopis laevigata*) es una opción (Cervantes, 2005).

El genero *Prosopis* en México se conoce con el nombre común de mezquite, que proviene del náhuatl micuitl, y que probablemente los aztecas le dieron a estas plantas (Granados, 1996). Este género contiene poco más de 40 especies nativas de las regiones áridas y semiáridas de Norte y Sudamérica, África y Asia, con individuos desde 40 cm hasta 20 m de altura, pudiendo crecer en zonas con lluvias menores a los 100 mm anuales y soportando en verano temperaturas máximas promedio superiores a 40°C (Buckart, 1976; Hernández, 1992). Los mezquites se encuentran firmemente establecidos en mas de 3.5 millones de hectáreas del norte del México e incluyen aproximadamente 10 especies autóctonas. *Prosopis laevigata*, es el mezquite típico del centro de país, es la especie dominante en Zacatecas, San Luis Potosí y centro y sur de Tamaulipas. Se distribuye en altitudes de hasta de 2500 msnm. Su fruto es utilizado intensivamente como forraje para el ganado (Maldonado y De la Garza, 2000). La floración y el brote del foliolo ocurre en un corto plazo de febrero-marzo hasta los meses de abril-mayo coincidiendo con los meses de estiaje cuando son consumidos por los animales, la fructificación es de los meses de mayo a agosto (INE, 1994). Por diversos factores económicos, ambientales, nutricionales y de salud, se hace necesario y obligado el conocimiento científico de aquellas especies vegetales que, mediante el manejo apropiado, permitan tanto la adecuada administración ambiental, como

el aprovechamiento y la producción sostenible de alimentos y materias primas (Benavides y Hernández, 2010). Además, el incremento en los costos de ingredientes convencionales ha generado la necesidad de comprender mejor el uso de ingredientes silvestres o locales disponibles, con potencial alimenticio, de tal forma que bajo sistemas de pastoreo específicos, provean alternativas de aprovechamiento forrajero para las diversas clases de rumiantes (Benavides y Hernández, 2010).

Materiales y Métodos

Este experimento se realizó en la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas utilizando muestras de hojas y vainas de *Prosopis* (mezquite) recolectadas en el municipio de Calera, Zacatecas usando como ingrediente control *Medicago sativa* (alfalfa). Para la caracterización bromatológica se determinó MO, cenizas y PC usando las técnicas del AOAC (1995). Además se realizó análisis de fibras para determinar FND y FAD mediante la técnica de fibras detergentes de Van Soest (1991). La degradabilidad de los ingredientes se evaluó mediante la técnica de producción de gas *in vitro*. El perfil nutricional se determinó mediante formulas del NRC (2001). Se realizaron comparaciones de medias (LSM) usando como prueba de poder Tukey $P < 0.05$ para asegurar diferencias. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico SAS.

Resultados y Discusión

Los resultados del análisis proximal que se muestran en el cuadro 1, se observa que existen diferencias estadísticas ($P < 0.05$) significativas entre las variables en lo que respecta al contenido de MO, cenizas, PC, FND y FAD. La hoja mostró ser un excelente fuente de proteína teniendo además un valor agregado ya que el retoño de la hoja es durante la época de estiaje, además la vaina fue la que mostró una menor cantidad de FND esto debido a su alto contenido de almidones.

Cuadro 1. Análisis proximal de *Prosopis laevigata*.

Variable	<i>Prosopis laevigata</i>		<i>Medicago sativa</i>	EEM	P
	vaina	Hoja			
MO	95.78 ^a	94.80 ^b	88.16 ^c	0.04	<0.001
Ceniza	4.02 ^a	5.11 ^b	11.75 ^c	0.04	<0.001
PC	7.18 ^a	21.75 ^b	26.50 ^c	0.35	<0.001
FND	39.54 ^a	42.45 ^b	43.63 ^c	0.49	<0.001
FAD	25.14 ^a	26.45 ^b	19.06 ^c	0.28	<0.001

Valores con diferente superíndice dentro de cada variable difiere $P < 0.05$ usando como prueba de poder Tukey.

En la grafica 1 se observa la cinetica de degradabilidad de los ingredientes donde la mayor tasa de producción de gas (degradabilidad) la presentó la vaina lo cual se explica con su alto contenido de almidones Odul *et al.* en 1986 reportaron que el contenido de azucares de las vainas variaba del 15 al 40% lo cual representa una excelente fuente energética, además en lo que respecta a la hoja tiene mayor degradabilidad que la mayoría de los forrajes.

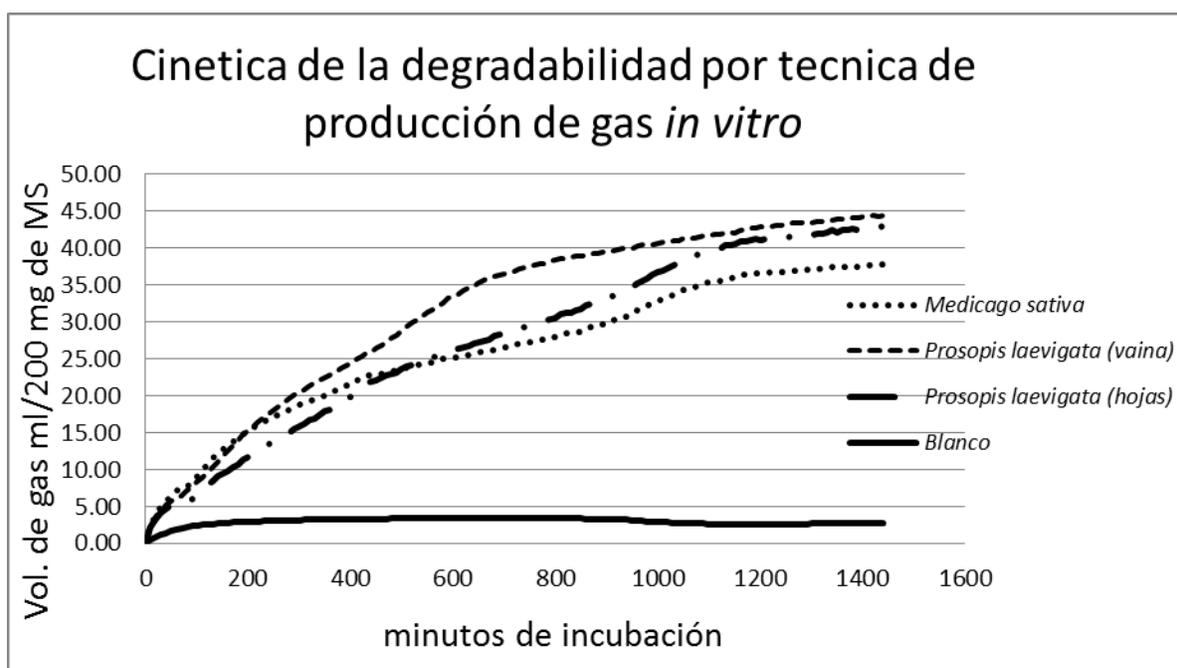


Figura 1. Cinética de la producción de gas *in vitro* de la hoja de *Prosopis laevigata*.

En el perfil nutricional los valores obtenidos para las energías (Mcal/kg) son 2.68, 2.64 y 2.70 para EM, 1.96, 1.93 y 1.98 para ENm, 1.44, 1.42 y 1.46 para ENg respectivamente para ProV, ProH y Med respectivamente. La EM de ambos tratamientos llega a cumplir los requerimientos de mantenimiento de pequeños rumiantes en etapas no reproductivas y logra ganancias moderadas de peso en animales en crecimiento (NRC, 2007).

Conclusiones

Los resultados obtenidos de esta evaluación confirman el alto valor nutritivo de las hojas y en especial de las vainas de *Prosopis laevigata* usados en la alimentación de rumiantes.

Literatura Citada

- Benavides Mendoza A, R. Hernández Valencia. 2010. Tratado de Botánica. Económica Moderna.
- Buckart, G. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (*Leguminosae, Mimosae*) in north America. Acta Mex. 3: 7-19.
- Cervantes, M.C. 2005, Plantas de importancia económica en zonas áridas y semiáridas de México. Análisis de X encuentro de geógrafos de América Latina, Universidad de Sao Paulo.
- Granados, S. D. 1996. El mezquite: el árbol del desierto. Ciencias forestales 1: 37-51.
- Maldonado A. y De la Garza P. F.E. 2000. El mezquite en México rasgos de importancia reproductiva y necesidades de desarrollo. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato. México pp. 37-50
- NRC, 2001. Nutrients requirements of dairy cattle: seventh revised edition.
- NRC, 2007. Nutrients requirements of small ruminants.
- Serrato S., R. C. C.M., Valencia, O. F., Del Rio. 1999. Interrelaciones entre variables del suelo y de las gramíneas en el pastizal semiárido del norte de Durango. TERRA, 17 (1):27-34.

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y FISIOLÓGICA DE SEMILLA DE PASTO ADAPTADO A ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO

PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF GRASS SEED SPECIES ADAPTED TO ARID AREAS OF MÉXICO

Raúl Plascencia Jiménez^{1*} Adrian R. Quero Carrillo¹

¹Área de Ganadería, Colegio de Postgraduados.

Resumen

El objetivo fue evaluar la calidad física y fisiológica de tres ecotipos de pastos adaptados a zonas áridas de México. El estudio se realizó en el *Campus* Montecillo del Colegio de Posgraduados. Los tratamientos fueron la combinación de los factores: 1) ecotipo, 2) profundidad; y 3) métodos de escarificación. Las variables fueron pureza física de la semilla (PF), peso volumétrico (PV), peso de mil semillas (P1000S), velocidad de emergencia (VE), porcentaje de viabilidad (PVI) y longitud de la plántula (AL). El diseño fue bloques al azar con arreglo factorial 3x3x4, resultando 36 tratamientos con cuatro repeticiones, para el análisis se empleando GLM y prueba de Tukey ($P<0.05$) para comparar medias, e interacciones mediante el SAS. Para PF vario entre 82 y 96% para ecotipo. PV fluctuó entre 76.8 y 87.7 kg/hL para ecotipo. Para P1000S el rango fue entre 0.554 y 0.446 g en los ecotipos. PVI vario entre 25.8 y 11.6% para ecotipos, para métodos de escarificación el rango fue entre 20.8 y 17.8%, en profundidad de siembra valores fluyeron entre 20.1 y 18% para. VE el rango fluyo entre 1.29 y 0.82 (pl/d⁻¹) en los diferentes ecotipos, para profundidad se obtuvo 1.22 y 0.85 (pl/d) y en métodos de escarificación el rango vario entre 0.55 y 1.32 (pl/d⁻¹). Al vario entre 6.49 y 4.77 cm para los ecotipos, para los métodos de escarificación el rango fue entre 4.71 y 7.04 cm. La profundidad y el ecotipo influyen la velocidad de emergencia y el porcentaje de viabilidad.

Palabras clave: *Cenchrus*, *Bouteloua*, establecimiento praderas, calidad de semilla, gramíneas.

Introducción

La escasa precipitación en zonas áridas en el temporal de lluvias es una limitante en el establecimiento de praderas y utilizar semilla de calidad es una herramienta indispensable para el éxito del establecimiento. El establecimiento de praderas de temporal en zonas áridas sigue siendo un reto para productores e investigadores, ya que involucra diversos factores, desde la preparación del terreno hasta los que influyen en la germinación de la semilla: semillas duras, impermeables al agua y al oxígeno, semillas con embriones no viables, requerimientos de capacitación de semillas y semillas que tienen inhibidores de la germinación. Sin embargo, existen diversos métodos para romper latencia e incrementar la germinación de las semillas. En el caso de las gramíneas, hay especies en las que las gluma, lema y palea permanecen adheridos al cariósido dificultando la germinación, además de la presencia de inhibidores de la germinación. Sin embargo, el almacenamiento de la semilla incrementa la maduración del embrión provocando que la semilla pueda germinar Enríquez *et al.*, (2005), encontraron porcentajes de germinación de 42, 41 y 25% en semilla almacenada por siete meses en pastos Insurgente, Señal y Humidicola,

respectivamente. El éxito en el establecimiento de praderas depende, en gran medida, de disminuir en lo posible la latencia, mediante los diversos métodos de escarificación, físicos, mecánicos o químicos los cuales pueden ayudar a facilitar la germinación. La contribución en el mejoramiento de variables tales como porcentaje de establecimiento, porcentaje de germinación y porcentaje de viabilidad incrementarán el número de semillas germinadas por unidad de superficie sembrada. Diversos estudios mencionan la importancia de utilizar métodos de escarificación para incrementar el porcentaje de germinación de la semilla. Esqueda *et al.*, (2005), encontraron en pastos nativos los mayores porcentajes de germinación en alta humedad en tres diferentes tipos de suelo: 86, 95 y 89% en suelo arcilloso, limoso y franco, respectivamente, para pasto Navajita; en pasto Banderita reportaron valores de 73, 67 y 68% para suelo arenoso, limoso y franco; en pasto Gigante los promedios fueron 84, 82 y 92% para suelo arenoso, limoso y franco, respectivamente. En otro estudio se comparó porcentaje de germinación del testigo contra la utilización de sustancias químicas en semillas de *Brachiaria humidicola* Gutiérrez *et al.*, (2006) y encontraron que el testigo obtuvo un 19.5% de germinación; sin embargo, los únicos dos tratamientos superiores al testigo fueron inmersión de semillas en ácido sulfúrico durante 5 y 10 minutos, la germinación fue de 32.5 y 26%, respectivamente. Una alternativa para aumentar el éxito del establecimiento de praderas es la utilización de métodos de escarificación de semilla, además, para conocer la calidad física de la semilla que se vaya emplear para el establecimiento. Lo anterior, permitirá utilizar los recursos genéticos nativos disponibles de la región, también, evaluar la capacidad de germinación de especies exóticas introducidas. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad física, fisiológica de tres ecotipos de pastos adaptados a zonas áridas de México.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en los laboratorios de análisis de semillas del *Campus* Montecillo del Colegio de Posgraduados localizado en el Km 36.5 de la carretera México-Texcoco, municipio de Texcoco, Estado de México; entre el paralelo 19° 27' de Latitud Norte y meridiano 98° 54' de Longitud Oeste, y a una altura de 2220 m. Los tratamientos estuvieron constituidos por la combinación de: 1) tres ecotipos: dos ecotipos introducidos de *Cenchrus ciliaris* [Común (G1y Nueces (G2)] y un nativo *Bouteloua cutipendula* (Michx.) Torr., [Reno (G3)], 2) tres profundidades de siembra 1.0 (P1), 1.5 (P2) y 2.0 cm (P3); y 3) cuatro métodos de escarificación (en el primer método, las semillas presentaron glumas, lemas y paleas (E1), segundo método, eliminación de glumas, lemas y paleas (E2), tercer método, primer método más la aplicación de ácido giberélico (500 ppm) (E3) y el cuarto método, el segundo método más la aplicación de ácido giberélico (500 ppm) (E4). Las combinaciones resultaron en un factorial 3x3x4, resultando 36 tratamientos con cuatro repeticiones. Las variables estudiadas fueron pureza física de semilla (PF), peso volumétrico (PV), peso de mil semillas (P1000S), velocidad de emergencia (VE), porcentaje de viabilidad (PVI) y longitud de parte aérea de plántula (AL). Para determinar (PF) se utilizaron dos gramos de semillas de los diferentes ecotipos a los cuales se les determinó la proporción de semilla y material inerte (semillas rotas y residuos de glumas, lemas y paleas). Para PV se determinó pesando un gramo de semilla de cada ecotipo y, posteriormente, se midió en probeta graduada de 10 ml, determinando el cociente ocupado por la semilla, expresado en kilogramos por hectolitro (kg/hL). De la porción de la semilla pura se contaron ocho repeticiones de 100 semillas de cada ecotipo, para estimar P1000S. Para VE se realizaron conteos diarios a partir de la emergencia de la primera plántula hasta que se obtuvo un número constante de éstas, evaluada en plántulas/día. El PVI se determinó contando semillas germinadas (plántulas normales

y plántulas anormales), 15 días después de establecida la prueba, medida en %. Para AL se determinó midiendo 10 plántulas normales tomadas al azar, por repetición, la longitud se midió a partir del cuello de raíz hasta ápice de la última hoja, los resultados fueron expresados en cm. Para el análisis se utilizó un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial, empleando el procedimiento de GLM y prueba de Tukey ($P<0.05$) para comparar medias entre tratamientos, así como, las interacciones, además, se realizó prueba de normalidad de Shapiro-Wilks mediante el paquete estadístico SAS (2003).

Resultados y Discusión

Se encontraron diferencias entre los diferentes ecotipos para la porción de PF, donde G2 y G1 superaron en 117 y 103%, respectivamente a G3 (Figura 1). Valores similares a los encontrados en el presente estudio fueron reportados por Joaquín *et al.* (2009), en pasto Guinea con pureza de 71.4, 81.1, 86.6, 83.4 y 85.3% para niveles de nitrógeno de 0, 50, 100, 150 y 200 kg/ha, respectivamente. Aunado a estos resultados Valbuena (2003), reportó promedios de 81.5, 82.5 y 70% para pasto Señal, Insurgente y Tanzania, respectivamente. Por otra parte, Palma *et al.* (2000), encontraron valores de pureza de *Cenchrus* en primera y segunda cosecha y *Andropogon* de 98, 98 y 39%, respectivamente. Por otra parte, se encontraron diferencias para PV observando valores de 105 y 124% mayores para G1 y G2, respectivamente, comparado con G3 (Fig. 1).

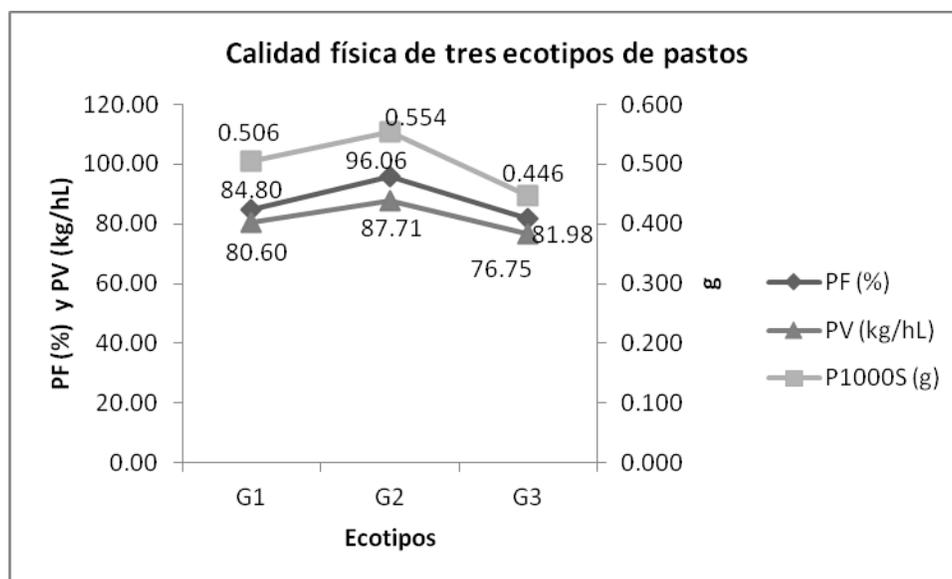


Figura 1. Calidad física de la semilla de tres ecotipos de pastos adaptados a zonas áridas.

Se encontraron diferencias ($P<0.05$) en P1000S, con valores de 113 y 124% superiores para G1 y G2, respectivamente comparado con G3 (Figura 1). El P1000S es una variable de referencia sobre el número potencial de cariósides que se pueden distribuir en una hectárea para obtener altos porcentajes de establecimiento. De acuerdo a los resultados obtenidos por gramo, se estima que hay 1976, 1805 y 2242 cariósides para G1, G2 y G3, respectivamente. Resultados similares fueron reportados por Carrillo *et al.* (2009), con valores de 956, 1345, 2165, 14720, 2578, 1306 y 549 semillas por gramo en *Bouteloua curtipendula*, *B. gracilis*, *Eragrostis curvula*, *E. lehmanniana*, *E. superba*, *Melinis repens* y *Panicum coloratum*, respectivamente. Valores reportados por Joaquín *et al.*, (2009), fueron superiores a los observados en el presente estudio

con 1.349, 1.317, 1.347, 1.319 y 1.316 g para niveles de 0, 50, 100, 150 y 200 kg N /ha, respectivamente. Para PVI se encontraron valores de 25.8, 18.9 y 11.6% de viabilidad para G1, G2 y G3, respectivamente, además, se observaron para E1, E2, E3 y E4 promedios de 18.1, 20.4, 20.8 y 17.8% de viabilidad, respectivamente, también, se obtuvieron valores de 20.1, 19.6 y 18% de viabilidad para P1, P2 y P3, respectivamente.

Existió diferencia significativa ($P < 0.05$) en velocidad de emergencia de los diferentes ecotipos (Cuadro 1), G1 presentó la mayor VE comparado con G2 y G3 con 1.6 y 1.3 veces, respectivamente. Así mismo, se obtuvieron diferencias significativas para VE en las diferentes profundidades de siembra, observándose los mayores valores para la profundidad P1, con 1.4 veces, comparado con P3, mientras que, P2 presentó valores intermedios. De igual forma, se presentaron diferencias significativas entre métodos de escarificación para VE, los mayores valores se observaron en E2, E3 y E4 cuyos promedios fueron 2.1, 2.1 y 2.4 superiores a E1.

Por otra parte, G1 y G2 presentaron los mayores valores en AI cuyos promedios fueron 1.3 y 1.4 veces mayor comparado con G3 (Cuadro 1), en el estudio se observó que G3 presentó en los primeros 15 días después de emergido un escaso desarrollo foliar. Por otro lado, para la profundidad de siembra no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) para AI. Para los diferentes métodos de escarificación, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), encontrándose los mayores valores para E3 y E4 cuyo promedio fue 138% con relación a E1 y E2.

Cuadro 1. Características fisiológicas de la semilla de pastos de zonas áridas.

Variables	Ecotipos			Profundidad			Escarificación			
	G1	G2	G3	P1	P2	P3	E1	E2	E3	E4
VE (pl/día ⁻¹)	1.29 ^{a**}	0.82 ^b	0.98 ^b	1.22 ^{a*}	1.02 ^{ab}	0.85 ^b	0.55 ^b	1.14 ^a	1.10 ^a	1.32 ^{a**}
AI (cm)	6.19 ^a	6.49 ^{a**}	4.77 ^b	5.50 ^{NS}	5.98	5.96	5.07 ^b	4.71 ^b	7.04 ^{a**}	6.44 ^a

NS no significativo * y ** Literales diferentes entre columnas indican diferencia significativa ($P < 0.01$) y ($P < 0.05$), respectivamente.

Como se puede observar G2 presentó los valores mayores en PF, PV, P1000S probablemente esto influye en la altura de la planta, aunado a lo antes mencionado G2 se puede seleccionar para establecimiento de praderas en zonas áridas pues tiene atributos para incrementar el área foliar en etapas tempranas de su crecimiento. Por otra parte, la mayor VE se observó para la interacción G1E4P1 con un valor de 2.2 Plantas/día. Un promedio de 46% en PVI correspondió para la interacción G3E4P1. Para AL se encontró el valor mayor de 8.9 cm para la interacción G2E3P3.

Conclusiones

La profundidad de siembra y el ecotipo influye en la velocidad de emergencia y el porcentaje de viabilidad; así mismo, el bajo peso de la semilla puede influir en mayor cantidad de semilla para sembrar y por tanto, mayor oportunidad de establecimiento, además, la aplicación de Ácido Giberélico es un factor de utilidad el cual contribuye a la eliminación de la dormancia embrionaria en los diferentes ecotipos.

Literatura Citada

- Carrillo, S. S. M., Arredondo, M. T., Huber, S. E., Flores, R. J. 2009. Comparación en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas entre gramíneas nativas y exóticas del pastizal semiárido. *Téc Pec Méx* 47 3:299-312.
- Esqueda, C. M. H., Melgoza, C. A., Sosa, C. M., Carrillo, R. R., Jiménez, C. J. 2005. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferente secuencia de humedad/sequía en tres tipos de suelo. *Téc Pecu Mex* 43 1:101-115.
- Gutiérrez, C., Herrera, J., Añizaga, R. 2006. Optimización de las condiciones de germinación de cuatro especies de pastos tropicales. II *Brachiaria humidicola* y *panicum máximum*. *Tecnología en Marcha* 19 3:27-37.
- Joaquín, T. B. M., Joaquín, C. S., Hernández, G. A., Pérez, P. J. 2009. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea. *Téc Pecu Méx* 47 1:69-78.
- SAS. 2003. User's Guide: statistics. SAS Inst. Cary, NC. USA.
- Palma, R. M. P., López, H. A., Molina, M. J. C. 2000. Condiciones de almacenamiento y germinación de semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Andropogon gayanus* Kunth. *Agrociencia* 34(1):41-48.
- Valbuena, N. J. 2003. Calidad de semilla de tres especies de gramíneas forrajeras comercializadas en Venezuela. *Rev. Unell. Cienc. Tec.* 21:83-92.
- Enríquez, Q. J. F., Quero, C. A. R., Hernández, G. A. 2005. Rendimiento de semilla e índice de llenado de grano en diversos ecotipos de tres especies del género *Brachiaria*. *Téc Pecu Méx* 43 2:259-273.

BENEFICIO DE DIÁSPORAS DE BANDERITA Y SUS EFECTOS EN PUREZA FÍSICA Y GERMINACIÓN SEED PROCESSING AND ITS EFFECTS ON PHYSICAL PURITY AND GERMINATION FOR SIDEOTSGRAMA

Quero, C Adrián R¹, Juan Molina¹, L Miranda Jiménez¹ y FJ Hernández G¹

Ganadería, COLPOS-CA, Campus Montecillo, km 36.5 Carr. México-Texcoco,
Texcoco, Edo. de México. CP 56230. queroadrian@hotmail.com

Resumen

Banderita *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr. es la especie nativa más utilizada en México para el establecimiento de praderas en zonas áridas y la pureza física de la semilla ofertada es baja. Se evaluó la viabilidad y germinación de semilla con y sin brácteas accesorias, además, en cariósides (CAR) grande y pequeño; lo anterior, mediante tres repeticiones semanales y cinco repeticiones con tres cajas Petri de 100 cariósides por repetición. Similarmente la eficiencia de incremento de la pureza física (siete repeticiones por tratamiento) de semilla con diferente presión de fricción motorizada: 40, 30, 25, 20, 15, 12, 8, 7 y 5 kg/pulgada²; además en estos cariósides se evaluó la velocidad de germinación a 36, 60 y 90 h post-siembra, con las mismas repeticiones que la germinación inicial, se compararon dos variedades comerciales y siete genotipos experimentales. Los datos se transformaron al arcosen y se analizaron mediante diseño Completamente al Azar y DMS_h (P<0.05) para separación de medias. Se detectaron diferencias (P<0.05) en germinación para diáspora y cariósides, la cual se incrementa 30% en Banderita. El cariósides grande mostró mayor viabilidad y germinación que el chico (P<0.05), la pureza física se incrementa (P<0.05) con los tratamientos de fricción y ofrece toda la gama de tipos de Unidad de Dispersión en Banderita: CAR puro, CAR+palea, CAR+palea +lema, CAR+espiguilla. El beneficio tiene efecto sobre la velocidad de germinación y presencia de plántulas anormales (P<0.05). Se debe trabajar para reducir la presencia de plántula anormale en cariósides beneficiados. Los resultados ofrecen oportunidad de mayor éxito en establecer praderas de temporal.

Palabras clave: diásporas de banderita, germinación, semillas

Introducción

La pureza física reportada en etiquetas comerciales indica contenido de “semilla”; sin embargo, este concepto, no se refiere a cariósides (CAR), sino a la diversidad de unidades de dispersión (UD) presentes en pastos. En el caso de Banderita ésta es reportada entre de 78 a 85% del contenido. La UD en gramíneas es diversa, altamente variable, dependiendo de la especie, en algunas ocasiones es la espiguilla completa (*Bouteloua curtipendula*, *Lolium* spp.); en otras, el CAR o fruta botánica (*Sporobolus* spp.); en ocasiones, únicamente la flor, la cual puede incluir lemas y paleas o únicamente paleas, en combinación con el CAR (*Brachiaria* spp.; *Panicum*); una ramilla completa modificada (*Cenchrus ciliaris*) donde incluye a la espiguilla (glumas, lemas y paleas) más ramas modificadas de la inflorescencia, constituyendo el flósculo como UD

(Hacker y Ratcliff, 1989); por tanto, en pastos el término “semilla”, de forma vernácula, se refiere a la UD de la especie de que se trate. Botánicamente, la semilla verdadera es el CAR, libre de brácteas accesorias. En pastos, la semilla comercial incluye diferentes UD de las que la espiguilla (modificada o no) es la unidad básica; entonces, las casas comerciales ponen a disposición del productor unidades de dispersión con diversas categorías denominadas todas “semilla”. Los pastos evolucionaron a la dispersión física de la semilla y a la dispersión de la germinación en el tiempo, evitando sequías anuales que pudiesen afectar la viabilidad de la especie. Contrariamente, las especies domesticadas como maíz, trigo, sorgo, etc. han sido seleccionadas para eliminar la dispersión física y germinación en el tiempo. En Buffel, el propágulo (UD) es el fascículo, resultado del desarrollo de ramillas modificadas (Doust y Kellogg, 2002) y, después de la dehiscencia de semilla, ésta presenta un período de maduración, que puede durar 12 meses o más (Akamine, 1944) y muy probablemente presencia de dormancia embrionaria. Al establecer praderas de temporal con pastos no domesticados nos interesa obtener praderas establecidas; esto es, lograr la máxima germinación de la semilla utilizada, eliminando la dormancia contenida en las brácteas accesorias ó el embrión e incrementando la pureza física del material a sembrar, además de las oportunidades que se logran al poder clasificar por tamaño de CAR al sembrar. Los objetivos fueron evaluar la eficiencia de pelado mecánico de unidades de dispersión en Banderita. Evaluar diferencias en cariósides clasificados para la germinación y definir la pureza física verdadera que se puede alcanzar mediante pelado mecánico y los niveles de UD a lograr.

Materiales y Métodos

Se determinó la pureza física (contenido de CAR) de “semilla” comercial de una variedad de Banderita *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr. y otras tres especies, además de otras constantes informativas. Mecánicamente, mediante limpieza motorizada, por fricción, se obtuvieron CAR sanos. Se pesaron individualmente 10, 652 CAR, con el fin de determinar variabilidad en peso. Se determinó su viabilidad mediante tretrazolio, en CAR clasificados y se realizó la prueba de germinación en base a SPV con tres repeticiones semanales de cinco cajas Petri con 100 semillas cada una, por tamaño de CAR. Posteriormente, mediante tamíz, se separaron los CAR por tamaño en Grande (CG) y Chico (CCh) para pruebas de viabilidad y germinación. **Limpieza Motorizada:** Se realizó en UD comerciales (2) y en siete genotipos experimentales de Banderita, se calibró el equipo mediante aplicación de diferentes presiones (kg/pulgada²) y fricción sobre las UD comerciales (proceso no reportado), la variable de respuesta fue pureza física del material resultante. Se evaluaron 40, 30, 25, 20, 15, 12, 8 y 5 kg/pulgada² a 70 pasos por minuto. Se obtuvieron siete repeticiones para cada tratamiento, posteriormente a la eliminación de basura mediante flujo de aire, se determinó pureza física, como la diferencia entre CAR sanos vs. CAR rotos + brácteas accesorias+impurezas. Los datos de viabilidad y germinación se transformaron al arcoseno y germinación como pureza física del producto del beneficio motorizado se analizaron mediante Diseño Completamente al Azar y DMS_h (P<0.05) para separar medias.

Resultados y Discusión

Atributos físicos. La caracterización inicial de las UD y CAR de Buffel, Navajita, Rhodes y Banderita mostraron la pureza física de la “semilla” comercial, la cual alcanza contenido de CAR de 23% en Banderita, 23% en Rhodes, 19% en Navajita y 24% en Buffel; por otra parte, el número de CAR contenido en 100 diásporas fue de 22, 32, 60 y 40 para Banderita, Rhodes, Navajita y Buffel, respectivamente. La germinación de UD fue 33% menor a la germinación

obtenida en CAR sin clasificar (Cuadro 1); lo anterior, es indicativo de diferencias entre UD y CAR en el material muestra.

Cuadro 1. Características generales de unidades de dispersión de cuatro especies comerciales.

Especie	1	1a	2	2ª	3	4	5	6	7	8	9
Buffel	2606	384	649	1540	11	24	97	40	86	11	11
Navajita	590	1695	513	1949	13	19	97.5	60	84	84	96
Rhodes	293	3413	229	4367	11	23	98.5	32	88	55	88
Banderita	962	1039	714	1401	11	23	97	22	92	74	96

1. Peso de mil diásporas (mg); 1a. Número de diásporas (miles) por kg. 2. Peso de mil cariósides (mg); 2a. Número de cariósides (miles) por kg. 3. Contenido de humedad (%); 4. Pureza física de diásporas (%)*; 5. Pureza física cariósides; 6. Número de cariósides en 100 diásporas; 7. Viabilidad de cariósides (%); 8. Germinación diásporas (%); 9. Germinación cariósides (%).
*Pureza física = Peso cariósides x 100 / peso total muestra

Una vez obtenidos los CAR del proceso motorizado se beneficiaron manualmente y con precaución y la pureza física que alcanzaron fue de 97% para Banderita, 98.5% para Rhodes, 97.5% para Navajita y 97% para Buffel, el material extraño estuvo compuesto por paleas y CAR rotos. Otras constantes se indican (Cuadro 1). El peso medio de 10 652 CAR fue de 0.00682g, lo que arrojó un contenido en dicha muestra de 1, 470 156 por kg de CAR para Banderita, muy cercano a 1 401 000 obtenidos en una muestra menor (Cuadro 1, Sec. 2a). Se detectaron diferencias para viabilidad y germinación ($P < 0.05$) para CAR clasificados. Los CG de Banderita mostraron mayor viabilidad y germinación respecto a los CCh de la misma especie. Los CAR grandes consolidaron el 100% de la viabilidad registrada en germinación; mientras que los CCh de Banderita alcanzaron el 95% de la viabilidad registrada. Sin embargo, los CG mostraron 30% más de germinación que los CCh ($P < 0.05$), lo que es indicativo de su mayor potencial de germinación en condiciones controladas. Las mismas diferencias se registraron en otras especies, donde se denota la ventaja de la clasificación de CAR (Cuadro 2).

Cuadro 2. Viabilidad y germinación de cariósides clasificados de cuatro especies de gramíneas para zonas áridas.

Especie	Tamaño de cariósido	Viabilidad (%)	Germinación (%)
Navajita	Grande	84 ^b	84 ^b
	Chica	37 ^c	35 ^d
Banderita	Grande	97 ^a	96 ^a
	Chica	66 ^c	63 ^c
Buffel	grande	90 ^b	36 ^d
	chica	44 ^d	13 ^e
Rhodes	grande	91 ^{ab}	83 ^b
	chica	38 ^{de}	35 ^d
DMS honesta		6.8	6.5

Los primeros pasos de beneficio de semilla mediante fricción motorizada tuvieron diferente rendimiento de cariósido ($P < 0.05$). Aplicar 40 kg/pulgada² produjo baja calidad y cantidad de CAR sin daño. Lográndose altos niveles de contenido de CAR conforme se decrementó la presión sobre las UD (90.7%; Cuadro 3; Cuadro 4). Se obtuvieron diferentes grados de pureza al

beneficio en las UD resultantes, a 5 a 12 kg por pulgada² se obtuvo toda la gama de UD: ramillas+CAR; espiguillas+CAR; lemas + palea + CAR; paleas+CAR y CAR, en alta proporción según tiempo de limpieza. Además de diferir la germinación, las brácteas accesorias juegan un papel fundamental en la protección del embrión contra condiciones ambientales y plagas a la siembra. Las ventajas germinativas del CAR también exponen a éste directamente al ambiente. Por tanto, las condiciones de siembra deben ser observadas directamente en proporción a calidad de la “semilla” que se utilice. Esto es, en el caso de usar CAR, las condiciones de preparación de la cama de siembra deberán ser óptimas y relajarse conforme se utiliza “semilla” protegida por mayor cantidad de brácteas accesorias del CAR. El uso de CAR también tiene la desventaja de que no quedará “semilla” remanente en el terreno para los siguientes años. Nace toda y bajo una sequía interestival prolongada (mayor de 6 semanas), mala preparación del terreno, competencia con maleza ó pastos, ataque de plagas, etc., ó la combinación de estos aspectos, lo cual es normal en condiciones de campo, la plántula germinada como resultado del beneficio de las UD, morirá.

Cuadro 3. Efecto de presión en contenido de carióspsides (%) en el beneficio motorizado de semilla de pasto Banderita.

Genotipo	Kg/ pulgada ²	Carióspsides (%)
	40	3.7 ^a
	30	10.5 ^a
	25	26.5 ^b
	20	26.3 ^b
	15	46.9 ^c
	12	67.4 ^d
Comercial	8	73.8 ^{de}
	7	80.8 ^e
	5	90.7 ^f
	5 + manual	97 ^f
	5 + manual	96 ^f
	Manual	97 ^f
Comercial	5	91.6 ^f
G-5	5	92.6 ^f
G-62	5	91.3 ^f
G-125	5	91.3 ^f
G-181	5	92.4 ^f
G-303	5	92.1 ^f
G-357	5	91.8 ^f
G-417	5	92.2 ^f

DMS_h 7.3; *** = P<0.001. Letra dif. en columna, media dif (P<0.05)

Cuadro 4. Velocidad de germinación, germinación total y porcentaje de plántulas anormales

Presión física / Genotipo	Velocidad de germinación			Germ. (%)	Anormal (%)
	36h	60h	90h		
30/Comer 1	47 ^{bc}	19 ^{de}	4 ^{abcd}	71 ^b	13 ^{bc}
25/Comer 1	51 ^{cd}	12 ^{abcd}	8 ^{abcd}	71 ^b	6 ^{abc}
20/Comer 1	49 ^c	15 ^{abede}	9 ^{bed}	73 ^{bc}	12 ^{bc}
15/Comer 1	47 ^{bc}	17 ^{cde}	7 ^{abcd}	70 ^b	15 ^c
12/Comer 1	46 ^{bc}	16 ^{bcde}	11 ^d	73 ^{bc}	14 ^{abc}
8/Comer 1	48 ^{bc}	16 ^{bcde}	11 ^{cd}	75 ^{bc}	10 ^{abc}
7/Comer 1	53 ^{cde}	17 ^{cde}	6 ^{abcd}	76 ^{bc}	12 ^{bc}
5/Comer 1	67 ^{def}	10 ^{abcd}	6 ^{abcd}	83 ^{bc}	13 ^{bc}
5+Man/Comer1	37 ^{bc}	7 ^{abcd}	5 ^{abcd}	49 ^a	1 ^a
5+Man/Comer 1	32 ^b	5 ^{abc}	5 ^{abcd}	42 ^a	1 ^a
Manual/Comer1	6 ^a	28 ^e	6 ^{abcd}	39 ^a	1 ^a
5+Man./Comer2	70 ^{efg}	10 ^{abcd}	6 ^{abcd}	86 ^{bc}	10 ^{abc}
5+Manual/G-5	84 ^b	2 ^a	2 ^{ab}	88 ^c	6 ^{abc}
5+Manual/G-47	78 ^{fg}	11 ^{abcd}	2 ^{ab}	90 ^{bc}	5 ^{abc}
5+Manual/G-62	74 ^{fg}	8 ^{abcd}	1 ^a	83 ^{bc}	4 ^{ab}
5+Manual/G-125	85 ^{fg}	5 ^{abcd}	10 ^{ab}	100 ^{bc}	6 ^{abc}
5+Manual/G-181	80 ^{fg}	4 ^{ab}	1 ^a	84 ^{bc}	4 ^{ab}
5+Manual/G-241	74 ^{fg}	6 ^{abc}	4 ^{ab}	84 ^{bc}	6 ^{ab}
5/Manual/G-303	80 ^{fg}	5 ^{abcd}	2 ^{ab}	86 ^{bc}	6 ^{abc}
5+Manual/G-357	81 ^{fg}	4 ^{abc}	1 ^a	86 ^{bc}	7 ^{abc}
DMS _h	16.6	13.3	7.45	19	11.4

Significancia *** **

***=P<0.001; Letras iguales en columna, X iguales (P>0.05).

Diferente tipo de UD es importante para, acorde a las condiciones y oportunidad de manejo de la preparación del terreno y disponibilidad de humedad, el establecimiento de praderas de temporal y resulta un plus tecnológico para los bajos niveles de éxito actuales en la inversión de establecer praderas de temporal. Tamaño diferencial de CAR puede tener importantes implicaciones: a) afecta la germinación b) influye el éxito de establecimiento de plántulas (Zhang y Maun, 1990) c) proporciona la oportunidad de utilizar toda la gama de UD resultantes acorde a la calidad de preparación del terreno de siembra y la disponibilidad de humedad, de gran importancia para superar condiciones adversas del ambiente (Öster *et al.*, 2009; Van Kleunen *et al.*, 2010). Se observaron diferencias en velocidad de germinación ($P < 0.05$) y en plántulas anormales ($P < 0.05$). En promedio, el 76% de carióspsides obtenidos germinaron 36 horas después de la “siembra” y hubo 9.9% de plántulas anormales, con un rango para anormales desde 2 a 21% de plántulas anormales, con respecto a la germinación (%; Cuadro 4).

Conclusiones

El beneficio de semilla de Banderita ofrece la oportunidad de utilizar la gama de Unidades de Dispersión resultantes. La clasificación de carióspside y unidad de dispersión es posible mediante el incremento de la pureza física de la semilla. Existen diferencias en velocidad de germinación, germinación total y presencia de plántulas anormales en carióspsides beneficiados. Se deben realizar trabajos de investigación para reducir y estandarizar la presencia de plántulas anormales en carióspsides beneficiados.

Agradecimientos. Los autores desean manifestar su agradecimiento al Fideicomiso para la Investigación del Colegio de Postgraduados por su valioso apoyo para la realización de esta investigación, especialmente a la Línea Prioritaria de Investigación 16: Innovación Tecnológica.

Literatura Citada

- Akamine, E. K. 1944. Germination of Hawaiian range grasses. Hawaii Agricultural Experiment Station. Tech. Bull. No. 2. 37p.
- Doust, A. N. y E. A. Kellogg. 2002. Inflorescence diversification in the Panicoid “bristle grass” clade (Paniceae, Poaceae): Evidence from molecular phylogenies and developmental morphology. *Am. J. Bot.* 89 (8): 1203-1222.
- Hacker, J. B. y D. Ratcliff. 1989. Dormancy breakdown in buffel grass accessions from contrasting provenances. *Journal of Applied Ecology* 26: 201-212.
- Öster, M, K Ask, SAO Cousins, and O Eriksson. 2009. Dispersal and establishment limitation reduces the potential for successful restoration of semi-natural grassland communities on former arable fields. *J Appl. Ecol.* 46: 1266-1274.
- Van Kleunen, M, W. Dawson, D. Schlaepfer, JM Jeschke, and M Fisher. 2010. Are invaders different? A conceptual framework of comparative approaches for assessing determinants of invasiveness. *Ecology Letters* 13: 947-958.
- Zhang, H and MA Maun. 1990. Seed size variation and its effects on seedling growth in *Agropyron psammophilum*. *Bot. Gaz.* 151(1): 106-113.

CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y NUTRICIONAL DEL FORRAJE DE MAÍZ DE GRANO BLANCO Y AMARILLO

FORAGE QUALITY AND AGRONOMIC TRAITS OF WHITE AND YELLOW CORN GRAIN

Cesar A. Reyes¹, Rubén D. Garza*¹, Miguel A. Cantú², José A. López², y José M. Otero²

¹Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, ²Campo Experimental Iguala-INIFAP

³Facultad de Ingeniería y Ciencias-UAT. E-mail: reyes.cesar@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo fue identificar maíces con alta calidad forrajera, se evaluaron 12 híbridos de grano amarillo y 10 de grano blanco, durante los ciclos P-V 2004, O-I 2004-2005, P-V 2005 y O-I 2005-2006 en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se evaluó la producción de materia seca, altura de planta, días a floración masculina, digestibilidad *in vitro* y el contenido de fibra detergente neutro y ácido en grano y forraje. Se realizó análisis de varianza y prueba de medias con Tukey ($P=0.05$). Sobresalieron los híbridos DK-2010 y DK-1060 con rendimiento de forraje alto (26.8 y 26.2 t ha⁻¹) y alta digestibilidad *in vitro* (41.0 y 39.5%). Los híbridos de grano amarillo presentaron una mayor digestibilidad (75.1) y menor contenido de fibra (57.4) en comparación a los de grano blanco (70.8 y 63.2%). Entre ciclos se observaron diferencias significativas, con mayores rendimientos de forraje en O-I (34.5 t ha⁻¹), y menores en P-V (16.0 t ha⁻¹). Esto mismo fue reflejado en altura de planta (199 cm en P-V vs 205 cm en O-I) y una mayor cantidad de días a la floración masculina (74 días en O-I vs 55 días en P-V). Los híbridos H-439 y H-436, con 68 y 67 días a floración masculina, ambos de grano blanco resultaron ser más tardíos, diferenciándose del resto de los híbridos. La siembra de maíz con fines forrajeros es viable, siendo más recomendable el ciclo O-I por observarse mayores rendimientos y calidad del forraje.

Palabras clave: Maíz, híbridos, forraje, digestibilidad *in vitro*.

Abstract

The objective was to identify high quality forage maize were evaluated 12 hybrids of yellow grain and 10 grain white during cycles SS 2004, WF 2004-2005, 2005-2006 WF 2005 and SS in a randomized block design with three repetitions. We evaluated the dry matter yield, plant height, days to anthesis, *in vitro* digestibility and neutral detergent fiber and acid in grain and forage. We performed analysis of variance with Tukey mean test ($P=0.05$). Highlights the hybrid DK-2010 and DK-1060 with high forage yield (26.8 and 26.2 t ha⁻¹) and high digestibility *in vitro* (41.0 and 39.5%). Yellow grain hybrids had a higher digestibility (75.1) and lower fiber content (57.4) compared to white grain (70.8 and 63.2%). Between cycles are significant differences, with higher forage yields in OI (34.5 t ha⁻¹), and lower in SS (16.0 t ha⁻¹). The same was reflected in plant height (199 cm vs. 205 cm in SS and WF) and a greater number of days to anthesis (74 days vs. 55 days in WF and SS). The hybrid H-439 and H-436, 68 and 67 days to anthesis, both white grain proved to be the most belated, differing statistically from the rest of the hybrids. Planting of maize for forage purposes is feasible, being recommended by the WF cycle observed higher yields and forage quality.

Keywords: Corn hybrid forage digestibility *in vitro*.

Introducción

En el estado de Tamaulipas, el cultivo del maíz ocupa el segundo lugar en superficie sembrada, solo por debajo del sorgo. En el 2007 se sembraron en los dos ciclos agrícolas más de 188,000 ha, el 100% para producción de grano (SIAP, 2008). Por lo general, los híbridos forrajeros, son seleccionados particularmente por su capacidad productora de materia seca, y poco interés se ha puesto en mejorar su calidad nutritiva. En el maíz existe una amplia variabilidad genética en la digestibilidad del rastrojo, grano, tallo y hojas en los híbridos en uso, así como en el contenido de FDN de hojas y tallos, por lo factible de ser mejorada genéticamente. Además, se ha determinado que la variabilidad genética de la digestibilidad es mayor en la parte vegetativa que en el grano, de tal manera que la selección por calidad del follaje podría favorecer avances más notables (Wolf *et al.*, 1996).

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó durante los ciclos agrícolas (P-V) 2004, (O-I) 2004-2005, (P-V) 2005 y (O-I) 2005-2006, en terrenos del Campo Experimental Río Bravo del INIFAP localizado a 26° 57' de LN y 98° 01' de LO a 25 msnm, con clima semi-cálido. El suelo es franco-limoso, sin problemas de salinidad y presenta un pH ácido (6.37). Se utilizaron 12 híbridos de maíz de grano amarillo (DK-697, DK-1060, Garst-8222IT, Garst- 8285, Garst- 8288, Asgrow 7573Y, N83-N5, GA8112, GA8311, GA 8460, P-31R88 y P-31 G98) y 10 de grano blanco (Tigre, Puma, H-439, H-437, Asgrow7573W, DK- 2010, H-436, P- 3025 y UAP- 1790W). La siembra se hizo en forma manual, depositando dos semillas por golpe para después aclarar a una planta por mata, con una distancia de 15 cm entre plantas y 80 cm entre surcos, para obtener una densidad de población de 80,000 plantas ha⁻¹. La distribución de los híbridos se realizó bajo un diseño de bloques al azar y tres repeticiones, la parcela experimental fue de cuatro surcos de 4 m de longitud. Se evaluaron los días a floración masculina (días desde la siembra hasta el momento en que el 50% de las plantas presentaran floración masculina, espigas, liberando polen) en la parte media de la misma. La altura de planta, se obtuvo mediante la medición de tres plantas desde la base de la planta hasta la base de la espiga. Los días a cosecha se estimaron entre 108 a 112 días para el ciclo O-I y de 98 a 102 días en el ciclo P-V, cuando el avance de la línea de leche fue de ¼ a ½. El rendimiento de forraje se determinó mediante la biomasa total producida en 8 m². La Digestibilidad *in vitro* de la materia seca y el grano se determinó mediante la técnica de Tilley y Terry (1963). La fibra detergente ácido y neutro se determinó mediante la técnica de Van Soest *et al.* (1991). Se realizó análisis de varianza (SAS, 2004) para las variables evaluadas, de acuerdo al diseño establecido y comparación de medias con Tukey (P<0.05).

Resultados y Discusión

La producción de materia seca (Cuadro 3) presentó diferencias significativas (P<0.05) entre híbridos, siendo el GA8311 de grano amarillo el más productivo (28.2 t ha⁻¹) y UAP-1790W de grano blanco el menos productivo (19.5 t ha⁻¹). Tomando en cuenta lo anterior, y que 19 de los 22 híbridos de maíz evaluados, formaron un grupo estadístico similar con promedios superiores en rendimiento de forraje, se puede inferir la poca variabilidad existente para esta característica. Considerando los rendimientos de forraje reportados por Ramírez *et al.* (2004) y que los ciclos de cultivo del Noreste de México presentan una estación de crecimiento corta con temperaturas

altas para el cultivo de maíz, lo cual provoca rendimientos de grano y forraje inferiores por ciclo. Los híbridos de grano blanco H-439 y H-436, con 68 y 67 días a floración masculina, resultaron ser los más tardíos, diferenciándose estadísticamente del resto de los híbridos; de manera contraria, el híbrido más precoz fue Garst 8288 (grano amarillo), con 61 días a floración masculina (Cuadro 3).

La presencia de mayor precocidad en estos híbridos, se debe a que la mayoría de los de grano amarillo proviene de germoplasma de zonas templadas de Estados Unidos (LN superiores a 35°) y al sembrarse en latitudes menores a 26° (Río Bravo), las horas luz provocan que el ciclo se acorte tanto en floración como en cosecha. Para la altura de planta se observaron diferencias significativas entre híbridos (Cuadro 3), el híbrido H-439 de grano blanco alcanzó mayor altura (211.3 cm), y el híbrido UAP-1790W de grano blanco obtuvo la menor altura (180.8 cm). En el Cuadro 1, se observa que el mejor ciclo para la producción de forraje fue el O-I con una diferencia 53.7 %, en comparación al ciclo P-V, lo cual también fue reflejado en la altura de planta y una mayor cantidad de días a floración masculina. Lo anterior demuestra mejores condiciones de temperatura durante el ciclo O-I en comparación al ciclo P-V, lo cual permitió una mayor duración del ciclo vegetativo y formación de inflorescencias en los híbridos de maíz evaluados, lo cual ha sido demostrado en la producción de grano de maíz (Reyes y Cantú, 2004).

Cuadro 1. Rendimiento de forraje, días a floración masculina y altura de planta de maíz en los ciclos O-I y P-V en Río Bravo, Tamaulipas.

Ciclo	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Floración masculina (días)	Altura de planta (cm)
O-I	34.5 a	74.3a	204.6 a
P-V	16.0 b	54.9 b	199.0 b

Medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes (Tukey, P=0.05).

Los híbridos de grano blanco y amarillo no se diferenciaron significativamente en el rendimiento de forraje. Sin embargo, se observó que los híbridos de grano amarillo difirieron en 1.4 días a floración masculina, en comparación a los de grano blanco. Los híbridos de grano amarillo fueron 5.1 cm más altos que los de grano blanco (Cuadro 3). Lo anterior, muestra un potencial de rendimiento similar para fines forrajeros entre híbridos de maíz de grano amarillo y blanco, lo cual difiere a lo reportado por Ramírez *et al.* (2004).

Cuadro 2. Rendimiento de forraje, días a floración, altura, digestibilidad *in vitro* (DIV), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) en grano y forraje en híbridos de grano blanco y amarillo en Río Bravo, Tamaulipas.

Color del grano	Rend. (t ha ⁻¹)	FM (días)	Altura (cm)	DIV grano forraje	FDN grano	DIV forraje (%)	FDN forraje	FDA
Blanco	25.2 a	65.4 a	199.0 b	70.8 b	63.2 a	34.3 a	70.6 a	34.0 a
Amarillo	25.4 a	64.0 b	204.1 b	75.1a	57.4 b	34.3 a	69.2 a	37.2 a

Medias con literal distinta en la misma columna son estadísticamente diferentes (Tukey, P=0.05).

Rend= Rendimiento, FM= Floración Masculina.

Cuadro 3. Rendimiento de forraje, días a floración, altura de planta, digestibilidad *in vitro* (DIV), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) en grano y forraje en híbridos de maíz en Río Bravo, Tamaulipas.

Híbrido	Color de grano	Rendimiento de forraje (kg ha ⁻¹)	Floración Masculina (días)	Altura de planta (cm)	DIV grano (%)	FDN grano (%)	DIV forraje (%)	FDN forraje (%)	FDA grano (%)
GA8311	A	28.2 a	64 cdef	206.8 ab	72.6 a	61.3 ab	24.9 b	74.6 a	35.7 a
H-439	B	27.4 ab	68 a	211.3 a	77.3 a	54.1 ab	31.6 ab	67.2 a	26.7 a
DK-697	A	27.1 ab	63 efg	210.6 a	69.6 a	70.5 a	28.2 ab	68.9 a	30.3 a
DK-2010	B	26.8 ab	66 abc	204.7 ab	78.5 a	44.9 b	41.0 ab	67.9 a	28.1 a
Asgrow 7573Y	A	26.6 ab	64 bcdef	194.2 bc	70.0 a	62.4 ab	35.6 ab	67.0 a	33.5 a
N.83-N5	A	26.4 ab	65 abcdef	210.0 a	72.1 a	58.9 ab	36.0 ab	69.2 a	38.9 a
GA 8460	A	26.4 ab	66 abc	200.9 abc	70.9 a	57.7 ab	29.5 ab	73.4 a	37.1 a
DK-1060	A	26.2 ab	64 bcdef	206.8 ab	72.4 a	64.0 ab	39.5 ab	68.9 a	37.3 a
Puma	B	26.2 abc	65 abcdef	190.1 de	71.0 a	64.1 ab	31.3 ab	72.2 a	46.7 a
A-7573W	B	25.9 abc	65 abcdef	196.6 bc	72.3 a	63.3 ab	30.1 ab	70.2 a	31.4 a
Garst 8285	A	25.8 abc	65 abcdef	196.9 bc	65.9 a	62.6 ab	30.4 ab	70.5 a	35.6 a
Pioneer 3025	B	25.8 abc	64 bcdef	196.3 bc	69.9 a	63.8 ab	30.1 ab	70.9 a	30.9 a
H-437	B	25.5 abc	65 abcdef	206.8 ab	79.9 a	57.4 ab	32.9 ab	68.4 a	36.1 a
Tigre	B	25.2 abc	64 bcdef	195.9 bc	79.9 a	50.8 ab	36.4 ab	71.3 a	48.9 a
H-436	B	24.8 abc	67 ab	205.2 ab	70.9 a	61.8 ab	33.7 ab	69.9 a	40.5 a
Pioneer 31G98	A	24.7 abc	65 abcdef	204.1 ab	71.9 a	67.8 ab	26.2 b	71.0 a	31.1 a
UAP-1851W	B	24.4 abc	67 ab	202.6 abc	75.6 a	53.2 ab	38.7 ab	64.8 a	36.1 a
Pioneer 31R88	A	24.2 abcd	62 fg	203.9 ab	70.5 a	66.3 ab	52.0 a	71.7 a	30.3 a
GA8112	A	24.0 abcd	66 abc	206.5 ab	71.7 a	62.9 ab	31.8 ab	73.1 a	31.5 a
Garst 8222IT	A	23.3 bcd	63 efg	206.4 ab	69.7 a	65.0 ab	42.3 ab	70.8 a	33.1 a
Garst 8288	A	21.5 cd	61 g	202.4 abc	72.2 a	58.6 ab	35.7 ab	68.1 a	34.2 a
UAP-1790W	B	19.5 d	62 fg	180.8 d	76.1 a	59.3 ab	37.6 ab	69.4 a	46.3 a

Medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes (Tukey P >0.05).

A= Amarillo, B= Blanco.

Para el contenido de FDN en grano se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre híbridos (Cuadro 3), con un mayor contenido de FDN en DK-697 (70.5 %), diferenciándose estadísticamente solo del DK-2010 (44.9 %); este último sobresale por presentar un contenido de FDN inferior al reportado para maíces criollos del Noreste de México (González, 2007). La digestibilidad del forraje presentó diferencias significativas entre híbridos, con mayor digestibilidad en Pioneer 31R88 (52.0 %), diferenciándose estadísticamente de Pioneer 31G98 y GA8311 (26.2 y 24.9%, respectivamente), valores inferiores a lo reportado por González, (2007).

Para el contenido de FDN y FDA en forraje no se observaron diferencias estadísticas significativas entre híbridos evaluados, el promedio fue de 70.7 % de FDN y 35.5 % FDA (Cuadro 3), resultados superiores a los obtenidos en maíz de uso forrajero (Domínguez *et al.*, 2005). Al comparar la digestibilidad y el contenido de FDN y FDA entre híbridos de grano amarillo y blanco, no se observaron diferencias significativas, con una digestibilidad de 75.1 % en híbridos de grano amarillo, y 70.8% en híbridos de grano blanco (Cuadro 3), mostrando mejores atributos de uso forrajeros los híbridos de maíz de grano amarillo en comparación a los de grano blanco.

Conclusiones

Por su alto rendimiento de forraje y alta digestibilidad sobresalen los híbridos DK-2010 y DK-1060. Los híbridos de grano amarillo presentaron mayor calidad del forraje que los híbridos de grano blanco. La siembra de maíz con fines forrajeros es más recomendable en el ciclo O-I.

Literatura Citada

- Domínguez D., D., L. A. Olivas C., G. Villalobos V., R. Alderete M. y J.A. Ortega G. 2005. Efecto de la calidad de la fibra de ensilaje de maíz y heno de avena sobre la productividad de becerros de carne. *Revista BioTam* p. 180-182.
- González A., G. 2007 Producción y constitución de grano y forraje en germoplasma criollo de maíz. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UAM Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. 43 p.
- Ramírez J., O., M. Trejo J., A. F. Hernández M., y J. C. Rodríguez R. 2004. Características agronómicas del maíz forrajero con riego subsuperficial. *Memorias de resúmenes. SOMAFI. A. C.* pp 287.
- Reyes M, C., A. y M. A. Cantú A. 2004. H-437, Híbrido de maíz para el noreste de México. *Rev. Fitotec. Méx.* 27:289-290.
- SAS Institute. 2004. *STAT/SAS User's Guide*, release 9.1 ed. SAS Institute, Cary, NC.
- SIAP. 2008. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción Agrícola. <http://www.siap.gob.mx/>
- Tilley J., M.A. and R.A. Ferry. 1963. A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. *J. British Grassl. Soc.* 18:104-111.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Wolf, D.P., Coors J.G, Albrecht K.A, Undersander D.J, Carter P.R. 1993. Forage quality of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. *Crop Sci.* 33(33): 1353-1359.

**DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA PROTEÍNA CRUDA DE ZACATE WW
B. DAHL (*Bothriochloa bladhii*) A DIFERENTES NIVELES DE RIEGO**

**RUMINAL DEGRADABILITY OF PROTEIN IN WW-B DAHL (*Bothriochloa
bladhii*) GRASS UNDER DIFFERENT IRRIGATION LEVEL**

Flor A. Ríos¹, Agustín Corral¹, Eduardo Santellano¹ y Carlos Ortega¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH.

Resumen

Se evaluó y caracterizó el efecto de tres niveles de riego sobre degradabilidad *in situ* de proteína cruda (PC) en el zacate WW-B Dahl (*Bothriochloa bladhii*). Los niveles de riego fueron: sin irrigación (NI), baja irrigación (LI) y alta irrigación (HI). Se comparó el ajuste de cuatro modelos matemáticos a los datos de degradabilidad de la PC (Exponencial o de Ørskov, Groot, Logístico y Gompertz). La degradabilidad de PC y la tasa de degradación disminuyeron conforme el nivel de riego se incrementó ($P < 0.0001$), observándose valores de 76.96 ± 4.60 , 56.52 ± 4.60 y 62.73 ± 4.60 ; 0.09 ± 0.01 , 0.07 ± 0.01 y 0.03 ± 0.01 , respectivamente. El nivel de degradabilidad de la PC se incrementó consistentemente conforme transcurrió el tiempo en rumen para todos los niveles de riego ($P < 0.0001$). El modelo de Gompertz fue el que mostró una mayor bondad de ajuste ($R^2 = 0.98$) y fue utilizado para caracterizar la degradabilidad de la PC; mostrándose diferencias en los valores de los parámetros a y c ($P < 0.05$). De acuerdo a estos resultados, se deduce que las plantas sometidas a estrés hídrico realizan modificaciones bioquímicas que les ayuden a adaptarse, lo cual repercute en la composición química del forraje producido.

Palabras clave: estrés hídrico, proteína cruda, degradabilidad, Gompertz.

Abstract

The *in situ* degradability of protein was evaluated and characterized in WW-B Dahl (*Bothriochloa bladhii*) grass under three irrigation level. The treatments were: non-irrigation NI, low irrigation LI and high irrigation HI. The adjustment capacity of four mathematical models (Exponential, Groot, Logistic and Gompertz) was compared. The extension and rate of degradation of protein decreased when irrigation level was increased ($P < 0.0001$); 76.96 ± 4.60 , 56.52 ± 4.60 and 62.73 ± 4.60 ; 0.09 ± 0.01 , 0.07 ± 0.01 and 0.03 ± 0.01 for NI, LI and HI, respectively. The Gompertz model offered the most appropriate adjustment ($R^2 = 0.98$) showing differences in a and c parameters. This results evidence that the biochemical modifications in plants under hydric stress had an impact on chemical composition of forage.

Introducción

La introducción de nuevas variedades de pastos se ha convertido en una alternativa cada vez mas común en regiones con climas semiáridos. Tal es el caso del norte de México y sur de Estados Unidos de America, donde el clima se caracteriza por sus escasas lluvias.

En algunos casos se ha introducido pasto WW-B Dahl (*Bothriochloa bladhii*) el cual se ha logrado adaptar rápidamente (Dewald *et al.*, 1995). Es sabido que la calidad nutricional de los forrajes esta influenciada por varios factores, entre los mas importantes están, la variedad, etapa fenológica (Hodges y Bidwell, 1993), salinidad del suelo y disponibilidad de agua o estrés hídrico. Respecto a este último, Ortega (2006) realizó un estudio para evaluar el efecto del nivel de riego sobre la calidad nutricional del pasto WW-B Dahl (*B. bladhii*) y encontró que el nivel de proteína cruda (PC) disminuyo conforme el nivel de riego incrementó. Sin embargo, otros componentes del forraje como son el contenido de fibra detergente neutro (FDN), no fueron afectados, al igual que la digestibilidad *in vitro* de la FDN. Algunos autores mencionan que el estrés hídrico provoca acumulación de aminoácidos libres, almacenamiento de aminoácidos y carbohidratos (Ranieri *et al.*, 1998), así como un incremento en la síntesis de deshidrinas, proteínas involucradas en la protección de la célula durante estrés hídrico. Esto podría explicar el comportamiento observado por Ortega (2006). Sin embargo, se desconoce la extensión y tasa de degradación ruminal de estos nutrientes en forrajes sometidos a estrés hídrico. Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue evaluar la extensión y tasa de degradabilidad ruminal del pasto WW-B Dahl bajo tres diferentes niveles de riego,

Materiales y Métodos

El pasto WW-B Dahl se cultivo en el condado de Lubbock, Texas, E.U., durante el verano de 2004, realizando un corte en el mes de junio. Los tratamientos fueron: sin irrigación (NI); baja irrigación (LI) al cual se le aplicaron 25.4 mm de agua cada 20 días; alta irrigación (HI) al cual se le aplicaron 25.4 mm de agua cada 10 días. Así mismo, debe de considerarse la precipitación pluvial, la cual fue de 78.2 mm, la cual debe adicionarse a cada tratamiento. Mayores datos respecto a las labores culturales son presentados por Ortega, (2006).

Para determinar la degradabilidad *in situ* de PC, se colocaron dos bolsas de dacrón con un tamaño de poro de 50 μ m (ANKOM Technology) por tratamiento y una bolsa blanco en cada tiempo de muestreo con 5gr de muestra, las cuales fueron incubadas por 0, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h, para lo cual se utilizaron dos vacas Holstein provistas de cánula ruminal. Al momento de ser retiradas del rumen las bolsas fueron colocadas en agua fría a 4°C y transportadas al laboratorio donde fueron enjuagadas con agua de la llave hasta que esta salio completamente limpia. Una vez enjuagadas las bolsas fueron secadas en estufa de aire forzado a 55°C por 48 h. La DISMS se determino por diferencia de peso entre la muestra original y el remanente después de cada incubación (Datos no presentado). El material remanente fue retirado de cada bolsa para formar una muestra compuesta para posteriores análisis químicos de acuerdo a Hoffman *et al.*, (1993). Tanto el material original como el material residual fue analizado para determinar su contenido de proteína cruda (PC) de acuerdo a AOAC, (1990).

Se ajustaron cuatro modelos matemáticos (Exponencial o de Ørskov, Groot, Logístico y Gompertz) usando el procedimiento NLIN de SAS (SAS, 2002). De estos, se seleccionó el modelo de Gompertz por ofrecer una mayor bondad de ajuste. Los datos de DISPC se

analizaron mediante un diseño factorial de tratamiento 3x6 en un diseño de bloques completos al azar (SAS, 2002).

Resultados y Discusión

La DISPC disminuyó ($P < 0.05$) conforme se incrementó el nivel de riego (Figura 1). Este comportamiento posiblemente se relacione con la respuesta de las plantas al estrés hídrico, ya que estas realizan modificaciones bioquímicas tales como: acumulación de ácido abscísico, el cual detiene la etapa de crecimiento para asegurar la etapa reproductiva; acumulación de aminoácidos libres; modificación de la composición de las proteínas, incremento en la concentración de dehidrinas (Ranieri *et al.*, 1998). Una mayor concentración de aminoácidos libres puede incrementar la degradación de la fracción proteica en los forrajes ya que estos tienen un mayor potencial de ser degradados en el rumen, en comparación con proteínas completas. Aunque no se determinó la concentración de aminoácidos libres, podemos inferir que esta sí se incrementó en el forraje sometido a estrés hídrico (NI) ya que también la tasa de degradación de PC fue mayor ($P < 0.05$) en este forraje y disminuyó conforme el nivel de riego aumentó (Figura 2).

Por lo que respecta a los parámetros de degradabilidad obtenidos con el modelo de Gompertz (Cuadro 1). Se observa que el parámetro A que representa la máxima degradación de la proteína y el parámetro C que indica la tasa de degradabilidad, fueron mayores ($P < 0.05$) en aquellos forrajes que no recibieron irrigación, lo cual comprueba que el zacate B. Dahl tiene una mayor digestibilidad ($P < 0.05$) de PC cuando se somete a estrés hídrico.

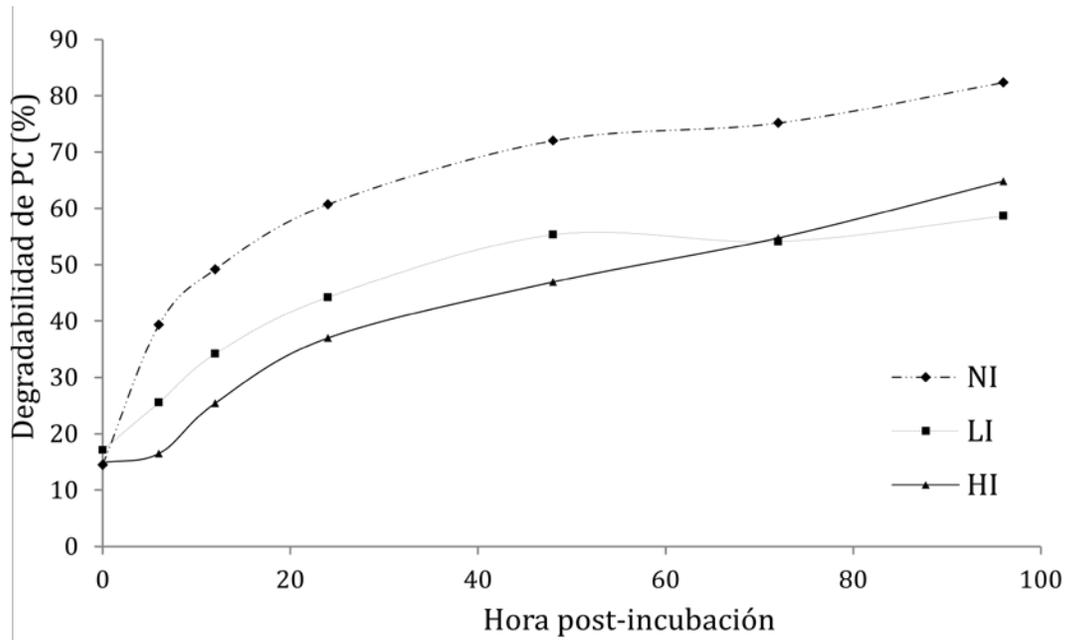


Figura 1. Degradabilidad de la proteína cruda en pasto WW-B Dahl bajo tres niveles de riego.

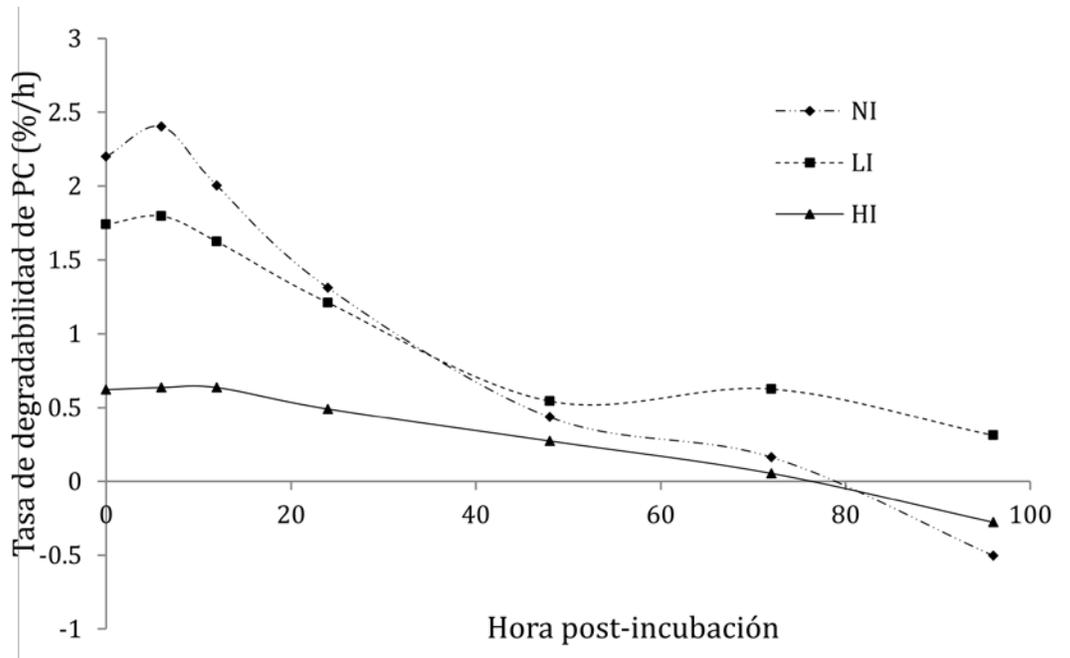


Figura 2. Tasa de degradabilidad de la proteína cruda a través del tiempo.

Cuadro 1. Parámetros de degradabilidad ruminal obtenidos con el modelo de Gompertz.

	Nivel de riego		
	HI	LI	NI
A	62.73 ± 4.60	56.52 ± 4.60	76.96 ± 4.60
B	1.34 ± 0.22	1.33 ± 0.22	1.45 ± 0.22
C	0.03 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.09 ± 0.01

Conclusiones

- La degradabilidad de PC y la tasa de degradación disminuyeron conforme el nivel de riego se incrementó; siendo mayor la degradabilidad en pasto sin irrigación NI
- La extensión en la degradabilidad de la PC se incrementó consistentemente conforme transcurrió el tiempo en rumen para todos los niveles de riego.
- El modelo de Gompertz fue el que mostró una mayor bondad de ajuste. Existió diferencia en los valores de los parámetros *a* y *c* de acuerdo al nivel de riego.

Literatura Citada

- Association of Official Analytical Chemists - AOAC. Official methods of analysis. v. 1. 15.ed. Arlington, VA: AOAC, 1990.
- Dewald, C.L., Sims, P.L., and Berg, W.A. 1995. Registration of WW-B. Dahl old world bluestem. *Crop Sci.* 35:937.
- Han, D., P. O’Kiely, and Sun, D.W. 2003. Application of water-stress models to estimate the herbage dry matter yield of a permanent grassland pasture sward regrowth. *Biosystems Engineering.* 84:101-111.
- Hodges, M., and T.G. Bidwell. 1993. Production and management of old world bluestems. Oklahoma State University Ext. Facts, No. 3020. Stillwater.
- Hoffman, P. C., S. J. Sievert, R. D. Shaver, D. A. Welch, and Combs, D. K. 1987. In situ dry matter, protein, and fiber degradation of perennial forages. *J. of Dairy Sci.* 76:2632-2643.
- Ortega-Ochoa, Carlos. 2006. Effect of levels of irrigation on forage standing crop and quality of WW-B. Dahl (*Botriochloa bladhii*) pasture under summer grazing. Doctoral Dissertation. Texas Tech University.
- Renieri, A., R. Bernardi, P. Lanese and Soldatini, G. F. 1988. Changes in free amino acid content and protein pattern of maize seedling under water stress. *Environmental and Experimental Botany,* 29:351-357.
- SAS. SAS. User’s Guide, Version 9.0 SAS Institute Inc., Cary, NY, 2002.
- Shaver, R. D., A. J. Nytes, L. D. Satter, and Jorgensen, N. A. 1986. Influence of amount of feed intake and forage physical form on digestion and passage of prebloom alfalfa hay in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 69: 1545.

EFICIENCIA FÍSICA, ECONÓMICA Y SOCIAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO EN ALFALFA EN LOS DR-017 Y DR-005

SOCIAL, PHYSICAL AND ECONOMICAL EFFICIENCY OF THE GROUNDWATER FOR ALFALFA IRRIGATION IN THE DR-017 AND DR-005

José L. Ríos^{1*}, Miriam Torres² y José Ruiz¹

¹Profesor Investigador - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.
Bermejillo, Durango, C.P. 35230. E-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable).

²Servicios especializados, SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo, Dgo., México.

Resumen

El objetivo fue cuantificar la eficiencia física, económica y social en el uso del agua subterránea en el riego de alfalfa (*Medicago sativa*) en el Distrito de Riego (DR) 017 La Laguna y el DR005 de Delicias, Chihuahua, y compararle contra de maíz grano (*Zea mays*) irrigado por gravedad en el DR017 en 2009. Se utilizó metodología del Instituto Internacional del Manejo del Agua. Los resultados indicaron que en términos de eficiencia física la alfalfa del DR005, con 5.0kg de heno/m³ fue más eficiente que la alfalfa del DR017 con 1.477, pero en eficiencia económica, con \$1.53 de ganancia/m³ fue la alfalfa del DR017 más eficiente que el DR005 en el que la alfalfa generó \$0.42/m³, a la vez que el maíz grano de gravedad generó una pérdida de \$0.34/m³. La alfalfa del DR017 obtuvo los más altos índices de eficiencia social en el uso del agua subterránea, con 0.39 empleos generados/100,000m³, 6.03horas/ton, \$395,318 de ganancia/trabajador y \$171.58 de ganancia/hora de trabajo, siendo inferiores a estos indicadores los propios de la alfalfa del DR005 y los del maíz grano gravedad. La cantidad de empleos generados por el cultivo de alfalfa fueron 2,510 y 2,487, en el DR017 y el DR005 respectivamente, el maíz grano generó solamente 135 empleos.

Palabras clave: Agua virtual, eficiencia, productividad, *Medicago sativa*, *Zea mays*.

Introducción

La producción de alimentos y el uso del agua son dos procesos estrechamente vinculados. A medida que la competencia por el agua se intensifica en todo el mundo, el agua en la producción agrícola debe ser utilizada más eficientemente (Pasquale, Hsiao y Federes, 2007). El concepto de la productividad del agua fue establecido por Kijne *et al.*, (2003) como una medida sólida para determinar la capacidad de los sistemas agrícolas de convertir el agua en alimento. Sin embargo la determinación de tal concepto en la practica se utiliza como una herramienta de diagnóstico para determinar la eficiencia del uso del agua ya sea alta o baja en los sistemas agrícolas o subsistemas; y en segundo lugar, proporciona una visión sólida para la determinación en las oportunidades de redistribución de agua en las cuencas hacia un objetivo de aumento de la productividad del agua a escala de cuenca y global. Todo lo anterior permite hacer juicios acerca de qué alternativas puede haber para resolver los problemas técnicos, de la productividad del agua, acerca de si una región es o no eficiente en la producción agrícola. Por ello el objetivo de este trabajo fue la determinación de la productividad física, económica y social del cultivo de alfalfa en el DR017, y DR005.

Materiales y Métodos

Fuentes de información

Para el Distrito de Riego (DR) 017, Comarca Lagunera se utilizaron los datos de superficie cosechada, producción física anual, Valor Bruto de la Producción (VBP), rendimiento físico por hectárea, precios nominales, costos por hectárea y número de jornales por hectárea reportados por los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria de SAGARPA, Delegación en la Región Lagunera, y para el DR-005 de Delicias, Chihuahua, se utilizaron como fuentes a CONAGUA (2009) y a Financiera Rural (costo por hectárea y número de jornales por hectárea) de Parral, Chihuahua. Las láminas de riego usuales para el productor regional, fueron las indicadas por el INIFAP (1991).

Variables evaluadas

Se evaluaron diez variables independientes para los cultivos de alfalfa y maíz grano irrigado por gravedad en los Distritos de Riego 017 La Laguna y 005 Delicias, Chihuahua:

1. Los m³ de agua utilizados en el riego, necesarios para producir un kilogramo de producto (Y₁)
2. Los gramos de producto físico producido por cada m³ de agua usado en el riego (Y₂)
3. Cantidad de m³ de agua usados en el riego necesarios para producir \$1 de valor (Y₃)
4. Ingreso generado (en pesos constantes de 2009) por m³ de agua usado en el riego (Y₄)
5. Utilidad bruta (en pesos constantes de 2009) producida por cada m³ de agua usado en el riego (Y₅)
6. Cantidad de agua (m³) utilizada en el riego por bombeo para producir \$1 de utilidad bruta (Y₆)
7. La cantidad de empleos generados por cada 100,000m³ de agua irrigada (Y₇)
8. Horas invertidas de trabajo por tonelada (Y₈)
9. Ganancia bruta por trabajador (Y₉).
10. Ganancia por hora invertida de trabajo (Y₁₀).

Metodología y ecuaciones matemáticas utilizadas

Al analizarse un solo año agrícola y comparar en ese año a dos cultivos diferentes, se aplicó el enfoque económico estático-comparativo de Astori (1984), en cada una de las diez ecuaciones dilucidadas por nosotros para la obtención de índices de eficiencia del agua usada en el riego en cada cultivo, a diferencia de las ecuaciones del Instituto Internacional de Manejo del agua, cuyas ecuaciones tienen un menor nivel de agregación, pues son para regiones agrícolas con diversos cultivos. Las diez ecuaciones matemáticas de las variables de Y₁ a Y₁₀, y señaladas a continuación, se calcularon para cada cultivo:

$$Y_1 = \frac{V}{RF} = \frac{10000 LR}{RF} \dots \text{Ecuación 1}$$

$$Y_2 = \frac{1}{Y_1} = \frac{RF}{V} = 0.0001 \frac{RF}{LR} \dots \text{Ecuación 2}$$

$$Y_3 = \frac{V}{RM} = \frac{10000 LR}{RM} = \frac{10000 LR}{RF (\text{Pr})} \dots \text{Ecuación 3}$$

$$Y_4 = \frac{1}{Y_3} = \frac{RM}{V} = \frac{0.0001 RM}{LR} = \frac{0.0001 RF (Pr)}{LR} \dots \text{Ecuación 4}$$

$$Y_5 = \frac{U}{V} = \frac{I - C}{10000LR} = \frac{0.0001 (RF (Pr) - C)}{LR} \dots \text{Ecuación 5}$$

$$Y_6 = \frac{1}{Y_5} = \frac{V}{U} = \frac{10000LR}{U} \dots \text{Ecuación 6}$$

$$Y_7 = \frac{E}{100,000 m^3 \text{ de agua}} \dots \text{Ecuación 7}$$

$$Y_8 = \frac{RF}{j * 8} \dots \text{Ecuación 8}$$

$$Y_9 = \frac{S * g}{empleos} \dots \text{Ecuación 9}$$

$$Y_{10} = \frac{g}{j * 8} \dots \text{Ecuación 10}$$

Donde:

LR = Lámina de riego (m)

V = Volumen de agua utilizado (m³) = LR*10000

RF = Rendimiento físico por hectárea (ton/ha)

I = RM= Ingreso o rendimiento monetario por hectárea (en pesos de 2009)

C = Costo por hectárea (en pesos de 2009).

U = Utilidad o ganancia bruta por hectárea (en pesos de 2009) = I - C

Pr = Precio real por tonelada (en pesos de 2009).

E = Número de empleos generados al año = S*J/288.

S = Superficie cosechada (ha).

J = Numero de jornales por hectárea.

288 = Número de jornadas de trabajo al año por trabajador = 6 jornadas de trabajo por semana por 48 semanas al año.

Resultados y Discusión

Eficiencia física del agua subterránea usada en el riego de alfalfa en relación al maíz grano

Se determinó que el alfalfa del DR017 fue mas eficiente en el uso del agua para producir un kilogramo de heno, pues mientras que en DR017, se requirieron 0.677m³, en el DR-005 se necesitaron solamente 0.200m³, mientras que en el maíz grano el consumo resultó sumamente elevado (3.105m³/kg). Considerando al maíz grano como parámetro de referencia, se encontró que en La Laguna, producir un kg de alfalfa implicó consumir poco más de la quinta parte del agua que requirió producir un kg de maíz grano, mientras en Delicias, un kg de alfalfa consumió solamente el 6%. Asimismo, comparando solamente los alfalfares, se encontró que en el DR017, respecto del DR005, se demandó 3.386 veces más agua para producir el mismo kilogramo de alfalfa. Respecto a los kilogramos de heno de alfalfa producidos por m³ de agua utilizada en el riego (Y₂), el DR017, con sus 1.477kg/m³, fue poco eficiente en relación al DR005, ya que en este último, un m³ fue capaz de producir 5.000kg de heno, es decir; que en La Laguna, el uso agrícola de un m³, tuvo una eficiencia de solamente el 29.5% de la eficiencia que ese mismo m³ de agua tuvo en el DR005. Mientras que en el maíz grano, un m³ produjo 0.322kg de maíz, que

en términos relativos, resultó ser de la menor eficiencia física del uso del agua, pues la alfalfa de bombeo del DR017 produjo 4.58 más producto físico con ese mismo volumen de agua, mientras que la alfalfa de bombeo del DR005 fue 15.52 veces más eficiente en cuanto a la producción física que el maíz grano.

Eficiencia económica del agua subterránea usada en el riego de alfalfa en relación al maíz grano

El precio por m³ de agua potable para uso familiar, varía de lugar a lugar, así por ejemplo, en Torreón Coahuila, (llevando a 2009, con el Índice Nacional de Precios al Consumidor del Banco de México la tarifa de \$7.84 de junio de 2011) ascendió a \$7.19/m³ con una demanda de 266.7 litros por persona por día (SIMAS, 2011), mientras que en la capital mexicana, la tarifa promedio por metro cúbico y su respectiva demanda en litros por persona por día fueron del orden de: \$2.30 y 307 litros por día (Sarmiento, 2009), mientras que en Delicias Chihuahua es de \$7.35/m³ con una demanda de 208.3 litros por persona por día, lo que permitiría ya hacer algunos comentarios, así como comparaciones entre el ingreso bruto monetario generado por m³ en los cultivos de alfalfa de bombeo y maíz grano de gravedad de DR017 y DR005. En el caso de este estudio, se observa que las alfalfas de bombeo produjeron un ingreso bruto de \$2.26/m³ en el caso del DR017 y \$1.35 en el caso del DR005, mientras que el maíz grano de gravedad generó un ingreso bruto de \$1.00/m³, muy por debajo los tres cultivos, del precio de agua mencionado. Ahora bien, si el parámetro de referencia del precio del agua no fuese el uso urbano familiar, sino el agrícola en sentido estricto, sino el precio sombra de \$0.646/m³ y \$0.582/m³ señalados por Godínez-Montoya *et al* (2007) para el agua subterránea y de gravedad en La Laguna, entonces, ante tal precio del agua de riego, el ingreso producido por m³ en los tres cultivos analizados en los dos Distritos de Riego en este estudio, resultaría superior el ingreso generado por los tres cultivos, pero no así la utilidad bruta/m³, pues solamente la alfalfa de bombeo del DR017 pasaría el tamiz con sus \$1.53 de utilidad bruta por metro cúbico, mientras que la alfalfa de bombeo del DR005, con sus \$0.42 de ganancia bruta/m³ no lograría cubrir el precio del insumo agua utilizado para producir esa ganancia. De esta forma, solamente en alfalfa del DR017, puede decirse que existió eficiencia económica en el uso del agua subterránea. En términos relativos, para producir \$1 de ingreso bruto, en el DR017, la alfalfa de bombeo demandó 40.2% menos agua que su homóloga del DR005 y 56% menos agua que el maíz irrigado por gravedad para producir ese mismo \$1 de ingreso bruto, pero en términos relativos, producir \$1 de ganancia bruta, a la alfalfa de bombeo del DR017 le implicó consumir 72.5% menos agua que a la alfalfa de bombeo del DR005, ya que en términos absolutos, producir \$1 de ganancia bruta requirió de 654 litros de agua en La Laguna mientras que en Delicias se necesitó irrigar 2,376 litros de agua.

Eficiencia social del agua subterránea usada en el riego de alfalfa en relación al maíz grano

La cantidad de empleos generados por el uso agrícola del agua subterránea, ascendió a 2,510 y 2,487 personas en el DR017 y el DR005 respectivamente, pero en relación a la variable Y₇ que mide la cantidad de empleos generados por cada 100,000 m³ de agua irrigada, muestra que existió una mayor eficiencia social en el uso del agua en alfalfa del DR005 que en el DR017, ya que generó 0.47 empleos/100,000 m³ de agua irrigada contra 0.39 empleos/100,00 m³ de agua extraída en el segundo, sugiriendo ello, que en el DR005, la alfalfa fue en términos sociales, un cultivo 1.205 veces más eficaz que la alfalfa del DR017.

La variable Y₈, muestra que con el agua subterránea invertida en el cultivo de alfalfa en los DR017 y DR005, se produjo la tonelada de heno a razón de 6.03 y 10.92 horas respectivamente,

mientras en el maíz grano fueron 61.2 horas de trabajo, sugiriéndose así que en el DR017, fue más eficiente el uso de aguas subterráneas que en el DR005, de manera tal que el indicador, 0.552, indica que producir una tonelada de heno en el DR017 implicó una inversión de tiempo de solamente el 55.2% el total de tiempo invertido en el DR005 para producir la misma tonelada de forraje, requiriéndose 10.149 veces más tiempo para producir una tonelada de maíz grano de gravedad en el DR017. Respecto a la ganancia/trabajador en cada cultivo irrigado con agua subterránea (Y_9), se encontró una mayor eficiencia en el cultivo de alfalfa del DR017, ya que mientras en el DR017 se producían \$395,318/trabajador, en el DR005, se produjeron \$88,773/trabajador, mientras que en el maíz grano cada trabajador producía una pérdida económica de \$39,579, lo que sugiere para esta variable, que el agua subterránea utilizada en la alfalfa fue 4.453 veces más productiva en el DR017 que en el DR005.

Desde otra óptica que facilite la importancia social de las anteriores cifras, puede observarse que en la alfalfa del DR005, de la masa total de riqueza producida regionalmente por el cultivo irrigado con agua subterránea (\$220.8 millones de pesos), cada uno de los 2,487 trabajadores adscritos a la alfalfa, aportó \$88,773, mientras en la alfalfa del DR017, cada uno de los 2,510 trabajadores permanentes de alfalfa, contribuyó con \$395,318 de la riqueza generada por el cultivo regionalmente en La Laguna (\$992.4 millones de pesos), ya que, la alfalfa del DR017 fue 4.453 veces más eficiente que la alfalfa del DR005, el maíz grano por su parte, fue altamente ineficiente socialmente en esta variable, pues como ya se señaló, cada trabajador produjo \$39,579 de pérdida. En el caso de las variables Y_9 y Y_{10} , se determinó que la alfalfa del DR017 fue el cultivo más eficiente que su homólogo del DR005, ya que, la ganancia bruta por hora invertida de trabajo resultó más alta, \$171.58, que en los \$38.53 de ganancia bruta/hora invertida de trabajo de Delicias, Chihuahua.

Conclusiones

Con base en los indicadores de eficiencia física, se determinó que correspondió a la alfalfa de bombeo del DR005 ser el cultivo más eficiente, pero en términos de eficiencia económica, y social en cuanto a la generación de empleo, horas invertidas por tonelada, la ganancia por trabajador y la ganancia invertida por hora de trabajo correspondió a la alfalfa de bombeo del DR017 ser la más eficiente en el uso del recurso natural más escaso en las zonas áridas: el agua.

Literatura Citada

- Astori, D. 1984. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5ª edición. Siglo XXI editores. México.
- CONAGUA, 2009. Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego Año agrícola 2008-2009. Gobierno Federal, México, 2010. SEMARNAT. 100p.
- Godínez-Montoya, L; J. A. García-Salazar; M. Fortis-Hernández; J. S. Mora-Flores; M. A. Martínez- Damián; R. Valdivi-Alcalá; J. Hernández-Martínez. 2007. Valor económico del agua en el sector agrícola de La Comarca Lagunera. *TERRA Latinoamericana*. 25 (1): 51-99.
- Kjine, J.W., R. Barker, Y D. Molden. (Eds.) 2003. Water Productivity in Agriculture. CABI, Wallingford.
- Pasquale S; T. C. Hsiao; Y E. Fereres. 2007. On the conservative behavior of biomass water productivity. Water productivity: Science and Practice. *Irrig. Sci.* 25:189–207.
- SARH-INIFAP, 1991. Guía para el cultivo de la alfalfa en La Comarca Lagunera. Folleto para productores Num. 2. Torreón, Coahuila, agosto de 1991.
- SAGARPA. 1990-2009. Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango, Cd. Lerdo, Dgo., México.
- SARMIENTO, S. 2009. “Precio del agua”. Sección Editorial. Siglo de Torreón. Artículo 27 Noviembre del 2009.
- SIMAS. 2011. Sistema Municipal de Aguas y Saneamiento de Torreón, Coahuila. Tarifas 2011. <https://www.simastorreon.gob.mx/?P=tarif>

EFICIENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO EN RYE GRASS (*Lolium multiflorum*) VERSUS ALFALFA (*Medicago sativa*) EN EL DR017, COMARCA LAGUNERA

GROUNDWATER EFFICIENCY FOR RYE GRASS (*Lolium multiflorum*) IRRIGATION AGAINST ALFALFA (*Medicago sativa*) IN THE DR017, COMARCA LAGUNERA

José L. Ríos^{1*}, Miriam Torres², José Ruiz¹

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango, C.P. 35230. E-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable).

²SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo, Dgo., México.

Resumen

El objetivo fue cuantificar la eficiencia física, económica y social del uso agrícola del agua subterránea en el cultivo de zacate ballico (*Lolium multiflorum*) en el Distrito de Riego 017 (DR-017) en La Comarca Lagunera, bajo riego por bombeo en dos tipos de tenencia del suelo; Ejido y Pequeña Propiedad, en el año de 2010 y compararle contra el alfalfa forrajera (*Medicago sativa*). Se utilizó la metodología del Instituto Internacional del Manejo del Agua. Los resultados indicaron que el uso del agua subterránea en el riego, en términos físicos y económicos, y en términos sociales en la generación de empleo, fue menos eficiente en zacate ballico que el alfalfa forrajera, pues un m³ de agua subterránea produjo 0.384 kg y \$0.95 de ganancia, mientras que 100,000 m³ de agua produjeron 0.44 empleos permanentes, por otro lado en alfalfa forrajera fueron 0.215 kg, \$1.71 de ganancia y 0.43 empleos respectivamente. Es decir; el zacate ballico utilizando 98.38% menos capital y 98.8% menos agua que la Alfalfa, produjo 100.27 menos ganancia a nivel regional y 98.83% menos empleos que la Alfalfa en el DR-017, ello, muestra que el cultivo de zacate ballico, tuvo una menor eficiencia social macroeconómica en el uso de los recursos tierra, agua y capital en relación al Alfalfa forrajera.

Palabras clave: *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa*, agua virtual, productividad.

Introducción

La agricultura es el mayor usuario de agua, lo que representa casi el 70% de las extracciones a nivel mundial, y hasta un 95% en los países en desarrollo. Aproximadamente se requiere entre 1,000 y 3, 000 m³/ton de cereal que se cosecha en el mundo (Hoekstra y Hung, 2005). De acuerdo con la FAO (2002), la productividad del agua se denomina eficiencia y esta es la cantidad o relación de producto obtenido que se genera o “salidas” y la cantidad de agua que se utiliza o “entradas” para producir tal producto. Las “salidas” pueden ser a través de cultivos (granos, frutas o verduras), o animales (carne, leche, huevo, piel, o lana) y se puede expresar en términos de rendimiento productivo o nutricional, o valor económico. En la Comarca Lagunera se ha duplicado en los últimos años la producción de forraje debido al crecimiento de la industria lechera especialmente durante el periodo invernal cuando el descenso de temperatura hace que se reduzca la producción de otros cultivos forrajeros como la alfalfa y el sorgo forrajero. Una de los cultivos utilizados es el Rye grass, ya que tiene buenos rendimientos y calidad en esta época del año, presenta bajo consumo de agua (Esquivel, Arévalo y Padilla, 2000). Por ello el objetivo de

este trabajo fue la determinación de la productividad física, monetaria y social del rye grass en el Distrito de Riego – 017, producido a escala comercial.

Materiales y Métodos

Fuentes de información

Para el Distrito de Riego (DR) 017 de La Comarca Lagunera, se utilizaron como datos base, las cifras de superficie cosechada, producción física anual, Valor Bruto de la Producción (VBP), costos por hectárea y número de jornales por hectárea reportados por los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria de SAGARPA, en la Región Lagunera. A partir de ellos se obtuvieron todas y cada una de las demás variables involucradas en el estudio. Como segunda fuente de información, se obtuvieron las láminas de riego usuales para el productor regional, en el CENID-RASPA-INIFAP.

Metodología y ecuaciones matemáticas utilizadas

Al analizarse un solo año agrícola y comparar en el a dos cultivos diferentes, se aplicó el enfoque económico estático-comparativo de Astori (1984) a la metodología para eficiencia en el uso del agua de riego propuesta por el Instituto Internacional de Manejo del Agua. Las once ecuaciones matemáticas de las variables de Y_1 a Y_{11} , y señaladas a continuación, se calcularon para ambos cultivos en el Distrito de Riego 017 de La Comarca lagunera:

$$Y_1 = \frac{V}{RF} = \frac{10000 LR}{RF}$$

$$Y_2 = \frac{1}{Y_1} = \frac{RF}{V} = 0.0001 \frac{RF}{LR}$$

$$Y_3 = \frac{V}{RM} = \frac{10000 LR}{RM} = \frac{10000 LR}{RF (Pr)}$$

$$Y_4 = \frac{1}{Y_3} = \frac{RM}{V} = \frac{0.0001 RM}{LR} = \frac{0.0001 RF (Pr)}{LR}$$

$$Y_5 = \frac{U}{V} = \frac{I - C}{10000LR} = \frac{0.0001 (RF (Pr) - C)}{LR}$$

$$Y_6 = \frac{1}{Y_5} = \frac{V}{U} = \frac{10000LR}{U}$$

$$Y_7 = \frac{U / m^3}{\text{Precio del agua} / m^3}$$

$$Y_8 = \frac{E}{100,000 m^3 \text{ de agua}}$$

$$Y_9 = \frac{J * 8}{RF}$$

$$Y_{10} = \frac{S * U}{\text{Numero de empleados permanentes}}$$

$$Y_{11} = \frac{U}{j * 8} \dots \text{ecuación 11}$$

Donde:

LR = Lámina de riego (m)

V= Volumen de agua utilizado (m^3) = LR*10000

RF= Rendimiento físico por hectárea (ton/ha)

I= RM= Ingreso o rendimiento monetario por hectárea (en pesos de 2009)

C= Costo por hectárea (en pesos de 2009)

U = Utilidad o ganancia bruta por hectárea (en pesos de 2009) = I - C

Pr = Precio real por tonelada (en pesos de 2009)

E = Número de empleos generados al año = S*J/288.

S= Superficie cosechada (ha).

J= Numero de jornales por hectárea.

288 = Número de jornadas de trabajo al año por trabajador= 6 jornadas de trabajo por semana por 48 semanas al año.

Resultados y Discusión

Productividad física del agua subterránea usada en el riego por bombeo en zacate ballico BT y alfalfa forrajera

La primera variable, Y_1 , misma que mide la cantidad de m^3 de agua subterránea usada en el riego para producir un kg de producto físico, señala, que se necesitaron $0.384 m^3$ de agua (384 litros) para producir 1kg de zacate ballico, al mismo tiempo que en Alfalfa se demandaron $0.215 m^3$ de agua (215 litros). Generar un kilogramo de producto físico implicó utilizar 178.83% más agua en Alfalfa que en zacate ballico. Para tener un referente respecto del consumo de agua, es válido considerar como parámetro el volumen de agua consumido por día por un ser humano, así, si se consideran 100 litros por persona por día¹, se determinaría que con el volumen de agua consumido por un kg de Alfalfa producido, $0.215m^3$ al multiplicársele por la producción física anual, 2,805,298 ton, se obtendrían los 602.48 millones de m^3 , por otra parte, considerando una población de un millón de habitantes, se obtendría que esa población gastaría los 602.48 millones de m^3 de agua en un lapso de 6,031.4días (=602.48 millones de m^3 /100,000 m^3 por día en una población de 1 millón de habitantes), el mismo cálculo para el cultivo del zacate ballico, mostraría que el agua consumida por ese cultivo (7.02 millones de m^3 en sus 485 ton producidas en 2010, a razón de $0.384 m^3$ /kg) serviría para abastecer de agua a la misma ciudad de un millón de habitantes durante 70.20 días (=7.02 millones de m^3 / 100,000 m^3 por día para una población de un millón de habitantes).

La producción agrícola es indispensable para la vida humana, en tanto produce alimentos, no obstante, al usar el agua en el riego, excluye que esa agua sea usada como bebida por el humano, ello representa en sí un costo de oportunidad, lo cual le da un carácter cuestionable a la agricultura, en cuanto excluye el recurso agua para consumo humano, la producción agrícola es necesaria por supuesto, pero cobra sentido lo anterior cuando se observa que ciertos cultivos utilizan el escaso recurso agua como si fuese un bien inagotable. Para el cultivo de Alfalfa, que fue considerado como parámetro en contra del cual se compara el zacate ballico, ambos en el mismo DR-017, se determinó para la variable Y_2 , que mide la cantidad de producto físico (kg) por m^3 de agua, fue igual a $4.66 kg/m^3$, inferior a los $2.60 kg/m^3$ del zacate ballico, el mismo m^3 de agua produjo un 5.6% más producto físico que el que ese volumen de agua produciría en la Alfalfa, se demuestra así, que en términos de biomasa/ m^3 de agua, es poco más productivo el zacate ballico que la Alfalfa.

Eficiencia económica del agua subterránea usada en el riego por bombeo en zacate ballico

El costo por m^3 de agua potable subterránea bombeada para uso familiar en zona residencial en Torreón, Coahuila, principal municipio de La Comarca Lagunera, en junio de 2011, fue de

¹ 100 litros por persona por día es un bajo volumen para el consumo real actual promedio, no obstante, es perfectamente válido presuponerlo así, bajo, considerando que el consumo humano actual es irracional, más allá de la demanda hídrica sujeta a cánones de consumo humano racional.

\$9.8/m³, que ya deflactado con el índice de precios del Banco de México, equivale a \$9.57, valorado en pesos constantes de 2010, lo que permitió hacer comparaciones entre el ingreso bruto monetario generado en zacate ballico y alfalfa forrajera por m³. Así, se determinó que la variable Y₄, que evaluó el ingreso bruto producido por m³, resultó ser igual a \$0.95 en zacate ballico, y \$1.71 en alfalfa forrajera, lo que permite inferir, que ninguno de los dos cultivos evaluados fue capaz de superar la tarifa de \$9.57 que es la tarifa a la que se vende el m³ al consumidor doméstico de la ciudad de Torreón, Coahuila, es decir; el alfalfa forrajera, con su ingreso generado de \$1.71/m³, generó un ingreso equivalente apenas al 17.86%, y por otro lado el zacate ballico con su ingreso generado de \$0.95/m³, generó un ingreso equivalente apenas al 9.96% del ingreso que podría haberse logrado si ese mismo m³ hubiese sido vendido a los consumidores urbanos de la ciudad de Torreón.

Para producir \$1 de ingreso bruto, en el DR-017, en el cultivo de zacate ballico, se demandaron 1.048m³, a la vez que el alfalfa forrajera demandó 0.583m³, mientras que el organismo público encargado de abastecer del líquido a los hogares de Torreón, Coahuila, México, utilizó solamente 0.104m³ para producir ese mismo \$1 de ingreso bruto, por tanto, el zacate ballico demandó 1,008% mas agua y el alfalfa forrajera 560.57% más agua que el organismo público encargado del suministro de agua a los habitantes de Torreón, Coahuila para producir \$1 de ingreso bruto. Lo que ubicó a ambos cultivos forrajeros como ineficientes en el uso del agua desde el punto de vista económico, en el rubro de generación de ingreso por unidad de volumen de agua. Más importante que las variables Y₃ y Y₄ analizadas ya, resultan ser las variables Y₅ y Y₆, ya que la ganancia “g”, al ser la diferencia entre el ingreso bruto “i” y el costo “c”, es decir: $g = i - c$, deviene en un indicador de eficiencia per se, ya que la ganancia es un excedente monetario en relación a la inversión de capital, mientras que el ingreso, al no ser un excedente, no es un indicador de eficiencia en sentido estricto como lo es el de la ganancia. Así, se determinó que mientras que el cultivo de zacate ballico, fue capaz de producir una perdida en la ganancia bruta de -\$0.21/m³, el alfalfa forrajera, con sus \$0.90 de ganancia/m³, fue superior, es decir, productivo en relación al zacate ballico en esa forma de medir la eficiencia del uso del agua subterránea. Desde otro ángulo, mediante la obtención de la inversa de las anteriores cifras, se encontró que producir \$1 de ganancia bruta, requirió de 4,807 litros en el zacate ballico y 1,115 litros en el alfalfa forrajera.

Eficiencia social del agua subterránea usada en el riego por bombeo en zacate forrajero

La primer variable social del agua subterránea usada en el riego, la variable Y₇, determinada mediante el cociente que divide a la utilidad bruta/m³ lograda por el productor entre el precio/m³ que el productor agrícola pagó por ese mismo m³ de agua extraída del subsuelo. En el caso de la variable Y₇, obtuvo indicadores iguales a -0.85 y en alfalfa forrajera fue igual a 1.99, lo que indica que el productor agrícola de zacate ballico en la Comarca Lagunera que irriga por bombeo, obtuvo una perdida privada 0.85 veces lo que pagó por el recurso social agua, mientras que el productor de alfalfa forrajera, multiplicó por 1.99 cada \$1 erogado en el pago del agua con la que irriga su alfalfar.

La principal variable social del uso del agua subterránea en el riego, está dada por la cantidad de empleos generados por cada 100,000 m³ de agua irrigada, evaluada por la variable Y₈, muestra que existió relativamente la misma eficiencia social del agua subterránea en el cultivo de zacate ballico, toda vez que cada 100,000 m³ de agua extraída del subsuelo generaron 0.44 empleos permanentes, mientras que en caso del alfalfa forrajera la unidad considerada de agua subterránea generó 0.43 empleos, es decir; el zacate ballico analizado creó 1.02 veces más empleo que el alfalfa forrajera al usar ese mismo volumen de agua, con ello entonces, es que se demuestra que,

socialmente, el uso del agua subterránea es 1.02 veces más productiva en el cultivo del zacate ballico o rye grass producido en la Comarca Lagunera que en el cultivo de alfalfa forrajera. Lo anterior, implicaría qué, si el objetivo fuese la multiplicación del empleo conjugado con un ahorro de agua, los tomadores de decisiones, aquellos que administran el agua en el país, debieran restringir el uso del agua en los alfalfares y ampliarlo en los cultivos que generan más empleo por cada m³ empleado en el riego. En el caso de la variable Y₉, que evalúa la productividad del trabajo en suelos irrigados con aguas subterráneas, muestra que en el cultivo de zacate ballico fue menos productivo el trabajo invertido que en el alfalfa, toda vez que el primero requirió invertir 3.86 horas de trabajo para producir una tonelada, mientras que en el segundo se requirió de 2.13 horas de trabajo para obtener una tonelada de producto físico, lo anterior, aunado a lo ya señalado acerca de que una jornada de trabajo produjo una pérdida de -\$165.4 de ganancia bruta en zacate ballico y \$725 en alfalfa forrajera, señalan, que socialmente, el cultivo del zacate ballico, es en relación al alfalfa forrajera, altamente improductivo, no así el alfalfa, que resultó productivo socialmente hablando para el rubro de productividad del trabajo en suelos irrigados con aguas subterráneas.

La variable Y₁₀, que mide otro aspecto de la productividad del trabajo en suelos irrigados con aguas subterráneas, el que evalúa el nivel de ganancia/trabajador en cada cultivo, determinó que existió una mayor productividad social en el cultivo de zacate ballico respecto del alfalfa forrajera, ya que mientras que en el zacate ballico, cada trabajador, generó a nivel regional, una derrama económica, apropiada por el productor bajo la forma de pérdida en la ganancia bruta privada, igual a -\$5,396,926, el trabajador agrícola adscrito a la producción de alfalfa forrajera le allegó ganancias al dueño del predio por un monto de \$280,115, es decir; el trabajador del zacate ballico produjo al dueño de ese predio, una pérdida en la ganancia -\$1,926.68% mayor a la que el trabajador adscrito al alfalfar produjo al dueño del predio. La variable Y₁₁, que mide la ganancia bruta por hora invertida de trabajo, mostró que el cultivo de alfalfa forrajera fue más eficiente que en el cultivo de zacate ballico, ya que, la ganancia bruta obtenida por hora invertida de trabajo, resultó igual a -\$20.7 en el zacate ballico y \$90.6 en alfalfa forrajera, es decir; que una hora de trabajo en alfalfa reditúa 438.29% más de ganancia que esa misma hora redituaría si se invirtiese en el cultivo de zacate ballico.

Conclusiones

Se determinó que el cultivo de zacate ballico o rye grass de bombeo tradicional, fue menos eficiente que el alfalfa forrajera de bombeo promedio en La Laguna, ya que, usando *menos* suelo, *menos* agua y *menos* capital que el alfalfa forrajera, en términos absolutos generó menos empleo y ganancias que el cultivo de alfalfa, es decir; en el cultivo de alfalfa forrajera, el uso de los recursos agua, suelo y capital bajo bombeo tradicional, generó *más* empleo y *más* ganancias que el generado por el rye grass.

Literatura Citada

- Astori D. 1984. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5ª edición. Siglo veintiuno editores. México.
- Esquivel V. F., Arevalo M. I., Padilla R., S. S. 2000. Uso eficiente del agua de riego en la producción de Rye grass anual. INIFAP-SAGARPA. Folleto Científico No 8. Pabellón Ags.
- FAO. 2002. Value of virtual water in food: Principles and virtues. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/nr/water/docs/VirtualWater.pdf>
- Hoekstra, A. Y; P. Q. Hung. 2005. Globalization of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade. Global Environmental Change 15: 45–56.

FRECUENCIA POBLACIONAL Y CALIDAD NUTRICIONAL DE ESPECIES FORESTALES USADAS COMO FORRAJE DE EMERGENCIA EN CUENCAME DGO

POPULATION FREQUENCY AND NUTRITIONAL QUALITY OF FOREST SPECIES USED AS FEED OF EMERGENCY IN CUENCAME, DGO

Ríos SJC^{1*}, Jiménez OR¹, Rosales SR¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP-Durango. km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital. C.P. 34170. Durango, Dgo., México. Tel. 618-8260426, ext. 121

*rios.julio@inifap.gob.mx

Resumen

En Durango se utilizan diferentes especies vegetales como forraje de emergencia durante la época de estiaje. El objetivo de este estudio fue evaluar la frecuencia de individuos y calidad nutricional de especies forestales usadas como forraje durante periodos de sequía en el municipio de Cuencamé, Dgo. Se realizó un muestreo aleatorio en cinco sitios del predio La Vinata, perteneciente al ejido Pasaje, municipio de Cuencamé, Dgo. Se obtuvo un muestreo al azar estratificado, en este muestreo las unidades de la población se agrupan de acuerdo a semejanza en alguna característica. Los sitios de muestreo tuvieron forma circular con un área de 1000 m² (radio= 17.84 m) y una intensidad de muestreo del 0.1%. El nopal cegador (*Opuntia rufida*-*O. microdasys*) fue la especie predominante (F_i= 53 %), seguido de nopal rastrero (*O. rastrera*) y nopal duraznillo (*O. leucotricha*). La palma (*Yucca carnerosana*) mostró una frecuencia relativa de 7 %. La altura de la planta fue mayor en palma (204 ± 59 cm) y nopal duraznillo (128 ± 55 cm). Las hojas de palma registraron un valor promedio de 58 cm de longitud, 4 cm de ancho y 4 mm de grosor. Los cladodios fueron de mayor tamaño en nopal duraznillo (27 cm x 22 cm x 10 mm) y nopal rastrero (27 cm x 20 cm x 12 mm). La cobertura fue mayor en nopal duraznillo y nopal rastrero, con variaciones fuertes entre mediciones. Todas las especies mostraron alto contenido de agua (74-75 %), cenizas (11.2-42.2 %) y extracto libre de nitrógeno (40.4-67.8 %); aunque el bajo contenido de proteína (2.0-3.9 %), grasa (0.4 -0.9 %) y fibra (8.7-28.8 %) hace indispensable su complementación con forrajes fibrosos y suplementos proteicos. Existen diferentes especies con potencial para su utilización como forraje de emergencia en el semidesierto, aunque se deberá hacer uso apropiado y sustentable de estos recursos naturales.

Palabras claves: Nutrición, Sequia, Opuntia, Yucca.

Introducción

En Durango, durante 2010 y 2011 se registró una sequía severa debido a la baja cantidad de lluvia, la cual en 2011 alcanzó cifras inferiores al 50 % con respecto al promedio histórico. Lo anterior, fue uno de los factores limitantes para la recuperación de los agostaderos, redujo la producción potencial de forraje en temporal y riego provocando la pérdida de miles de cabezas de ganado bovino. Se han desarrollado diferentes estudios para determinar la composición nutrimental de la palma y diferentes especies de nopal (de Oliveira *et al.*, 2010; Torres-Sales, 2010). Los productores pecuarios del municipio de Cuencamé desconocen la composición química de las especies vegetales usadas localmente como forraje de emergencia. Es necesario establecer dicha composición con la finalidad

de complementarla de manera eficiente con el uso de los suplementos alimenticios apropiados. En el caso del nopal se sabe que su uso en la alimentación bovina provoca diarrea, lo cual puede evitarse con el uso de forrajes toscos (con alto contenido de fibra) que ayudan en la digestión y mantienen la salud ruminal. El objetivo fue evaluar la frecuencia de individuos y calidad nutricional de especies forestales usadas como forraje durante periodos de sequía en el municipio de Cuencamé Dgo.

Materiales y Métodos

El 11 de mayo de 2012, se realizó un muestreo aleatorio en el predio La Vinata, perteneciente a la comunidad de Pasaje, municipio de Cuencamé, Dgo. El clima de la región es templado semiárido-seco y semi-cálido, con régimen de lluvias es de verano; en el invierno presenta precipitación inferior al 5 % del volumen total ocurrido durante el año y además se registra variación extrema de la temperatura (BS_o hw (w) (e); García 1987). El suelo predominante en el área de estudio es de los tipos Regosol calcáreo y Xerosol háplico (RC+Xh/2/L). Los sitios de muestreo se ubicaron entre las coordenadas 24° 56' 00.06'' N y 103° 42' 39.80'' W de latitud y longitud respectivamente y la altitud osciló entre 1,531-1,580 m. Se obtuvo un muestreo al azar estratificado, en este muestreo las unidades de la población se agrupan de acuerdo a semejanza en alguna característica. Los sitios de muestreo tuvieron forma circular con un área de 1000 m² (radio= 17.84 m) y una intensidad de muestreo del 0.1%. En cada sitio se registró el número de individuos en edad reproductiva y en todas las plantas se midió altura, dimensiones de las hojas maduras (cladodios en nopal) y la cobertura. El peso fresco y seco; así como el contenido de agua se estimó con base en una muestra de dos palmas en estado natural debido a la restricción del aprovechamiento de esta especie y cladodios (pencas) "chamuscados" de plantas de nopal rastrero (*O. rastreara*) y duraznillo (*O. Leucotricha*) seleccionadas por un productor local. Se obtuvieron también muestras de nopal cegador (*O. Microdasys*) y nopal coyotillo (*O. azurea*), las cuales se procesaron en estado natural. La cobertura se estimó mediante la medición del ancho de la copa y la superficie ocupada por el nopal rastrero en dos posiciones. Para todas las variables se obtuvo el promedio de todos individuos y se estimó la desviación estándar.

Se realizó el análisis químico proximal de las muestras secas de cada especie para determinar el contenido de cenizas, grasa, fibra, proteína y extracto libre de nitrógeno (AOAC, 1990).

Resultados y Discusión

La frecuencia relativa de individuos por sitio fue mayor para nopal cegador con un valor de 53 %, seguido del nopal rastrero (20 %) y nopal duraznillo (20 %) (Cuadro 1). La palma registró un valor bajo de frecuencia 7 %, a pesar de su protección legal y esto probablemente se debió a la lentitud de su crecimiento y menor número de animales que contribuyen a la dispersión de sus semillas. La predominancia de las especies cactáceas se relacionó con su adaptación, mayor tamaño de las poblaciones y alto número de especies animales que dispersan las semillas (González y Quintana, 1986). El nopal cegador se clasificó como especie sobresaliente debido a su adaptación, preferencia para consumo animal en estado natural y utilización para el consumo humano de tunas silvestres. La altura promedio de los individuos fue mayor en palma (204 ± 59 cm) y nopal duraznillo (128 ± 55 cm). Las hojas de palma registraron un valor promedio de 58 cm de longitud, 4 cm de ancho y 4 mm de grosor. Entre las cactáceas, los cladodios fueron de mayor tamaño en nopal duraznillo (27 cm x 22 cm x 10 mm) y nopal rastrero (27 cm x 20 cm x 12 mm).

La cobertura en la primera medición fue mayor en nopal rastrero (149 ± 52 cm), aunque la segunda medición en esta especie mostró un valor bajo (75 ± 50 cm). En el caso de las poblaciones de palma se observó menor fluctuación entre mediciones e individuos, debido a la simetría de su forma rosetófila. Las especies forrajeras incluidas en este estudio compartían el hábitat con ocotillo (*Fouquieria splendens*), gobernadora (*Larrea tridentata*), gigantillo (*Acacia* spp.), cardenche (*Opuntia* spp. y *Cylindropuntia* spp.), hojasen (*Flourensia cernua*) y sangre de drago (*Jatropha dioica*) (González *et al.*, 2007).

La muestra de palma registró el mayor peso fresco (17.5 kg) y seco (4.6 kg), lo cual representó el 74 % de agua en los tejidos. El contenido de agua fue alto también en nopal duraznillo (75 %) y nopal rastrero (74 %), ambos con eliminación de las espinas mediante el proceso de “chamuscado”. El nopal coyotillo mostró el mayor contenido de cenizas (42.2 %), lo cual se relacionó con la alta proporción de minerales presentes en los tejidos de esta especie. En contraste, la palma presentó el valor más bajo con 11.2 %. Es necesario establecer la proporción de minerales que se encuentran en las especies bajo estudio, los cuales son de importancia para la alimentación animal, como es el caso de calcio, fósforo, potasio y magnesio. El contenido de proteína fue bajo en todas las especies, con valores entre 2.0 % (nopal coyotillo) y 3.9 % (palma). La proporción de grasa fue muy baja y mostró fluctuación entre 0.4 % (palma) y 0.9 % (nopal duraznillo). El contenido reducido de grasa limitó el contenido de energía utilizable y esto a su vez puede influir en la ineficiencia reproductiva del ganado bovino productor de leche (Eastridge, 2002).

La proporción de fibra fue significativamente mayor en la palma (28.8 %), mientras que los valores más bajos se observaron en nopal rastrero (8.7 %) y nopal duraznillo (10.2 %). El bajo contenido de fibra en las diferentes especies de nopal están relacionadas con los cuadros de diarrea observados en bovinos, por ello es recomendable combinar este alimento con forrajes toscos (fibrosos) que mantengan la salud y movilidad ruminal (Torres-Sales, 2010). El extracto libre de nitrógeno (carbohidratos solubles) fue significativamente mayor en nopal rastrero (67.8 %), mientras que el valor más bajo se observó en nopal coyotillo (40.4 %). Los resultados muestran que las especies bajo estudio mostraron alto contenido energético, proporcionado por los carbohidratos solubles (de Oliveira *et al.*, 2010), los cuales son utilizables en el corto plazo.

Cuadro 1. Frecuencia y características morfológicas de especies utilizadas como forraje de emergencia en Cuencamé Dgo, México. 2012.

Especie	*Fi	Altura (cm)	Hojas y cladodios grandes			Peso Fresco (kg)	Peso Seco (kg)
			Largo (cm)	Ancho (cm)	Grosor (mm)		
Palma	7	204±59**	58±10	04±0.5	04±1	17.5	4.6
Nopal Duraznillo	20	128±55	27±4	22±4.0	10±4	8.8	2.2
Nopal Rastrero	20	48±9	27±5	20±3.0	12±4	8.2	2.1
Nopal Cegador	53	74±22	19±4	17±3.0	07±4	9.7	3.0
***Nopal Coyotillo	--	71±13	17±5	18±8.0	04±1	5.7	2.2

*Fi= Frecuencia relativa de individuos por especie, promedio de cuatro sitios; **promedio \pm desviación estándar; ***muestreado en población separada.

Cuadro 2. Análisis químico proximal de especies utilizadas como forraje de emergencia en Cuencame, Dgo. 2012.

Especie	Cenizas (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	*ELN (%)
Palma	11.2 ^c	3.9 ^a	0.4 ^c	28.8 ^a	55.8 ^b

Nopal Duraznillo	28.0 ^c	4.2 ^a	0.9 ^a	10.2 ^c	56.7 ^b
Nopal Rastrero	19.3 ^d	3.7 ^a	0.7 ^b	8.7 ^c	67.8 ^a
Nopal Cegador	30.4 ^b	2.8 ^b	0.7 ^b	15.9 ^b	50.3 ^c
**Nopal Coyotillo	42.2 ^a	2.0 ^c	0.5 ^c	14.8 ^b	40.4 ^d
Promedio	26.2	3.3	0.6	15.7	54.2
CV (%)	2.3	9.0	12.0	13.1	3.8

*ELN= extracto libre de nitrógeno; **muestreado en población separada; ^{a-d}literales diferentes en la misma columna muestran diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Conclusiones

Existen diferentes opciones para su utilización como forraje de emergencia en parte del semidesierto duranguense, aunque es necesario hacer uso sustentable de éstos recursos naturales. El genero *Opuntia* (nopal) mostraron mayor prominencia, por lo cual representan una opción viable para su uso en la alimentación animal, aunque es necesario considerarlas como un complemento de la ración alimenticia, la cual deberá complementarse con forrajes fibrosos y suplementos proteicos, ricos en ácidos grasos.

Literatura Citada

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis. 15 th. ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- de Oliveira R., E. M.; N. H. da Silva; J. L. de Lima F.; J. Z. de Brito; M. P. Carvalho da S. 2010. Study of carbohydrates present in the cladodes of *Opuntia ficus-indica* (fodder palm), according to age and season. Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas. 30: 933-939.
- Eastridge, M. L. 2002. Effects of feeding fats on rumen fermentation and milk composition. Proceedings 37th Annual Pacific Northwest Animal Nutrition Conference. Vancouver, Canada. pp. 47-57.
- García M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. Enriqueta García de Miranda. México, D. F. 217 p.
- González E., M.; P. F. Quintana A. 1986. Seed predation and dispersal in a dominant desert plant: *Opuntia*, ants, birds, and mammals. In: A. Estrada and T. H. Fleming. (eds.). Frugivores and seed dispersal. Dr. W. Junk Publishers. Dordrecht. pp. 273-284.
- González E., M. S.; M. González E.; M. A. Márquez L. 2007. Vegetación y ecorregiones de Durango. Plaza y Valdés, S. A. de C. V. México, D. F. 219 p.
- Torres-Sales, A. 2010. Composición química del nopal y sus implicaciones en la nutrición de rumiantes (experiencias en Brasil). Revista Salud Pública y Nutrición. Edición Especial 5: 143-151.

GERMINACION DE MENODORA (*Menodora scabra* A. Gray) CON DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD

GERMINATION OF MENODORA (*Menodora scabra* A. Gray) UNDER DIFFERENT WATER LEVELS

Otilia Rivero¹, Alicia Melgoza¹, Cassandra Flores¹, Andrés Robles¹,
Carlos Ortega¹ y Carlos Morales¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH

Resumen

La menodora (*Menodora scabra* A. Gray) es una hierba con buen valor forrajero; esto ha provocado que sus poblaciones se reduzcan. En un programa de recuperación de esta especie es importante conocer los requerimientos para germinar. El objetivo fue determinar el comportamiento de la germinación bajo diferentes niveles de humedad. Se realizaron dos experimentos, uno de germinación en laboratorio y otro más en invernadero. Los potenciales de humedad para la prueba de germinación fueron: 0, -0.3, -0.5, -0.7 y -0.9 MPa; se utilizó manitol. Se utilizaron 30 semillas por tratamiento, se utilizaron cajas Petri y colocaron en una germinadora a 28 °C. Para el trabajo de invernadero se utilizaron pequeñas parcelas en una pileta de tierra de 60 cm de profundidad. En cada parcela se sembraron 30 semillas y se regaron con base en los patrones de lluvia durante el verano en un período de 35 años. En ambas pruebas se utilizaron 4 repeticiones y el diseño fue un completamente al azar. La germinación disminuyó al incrementarse los potenciales de humedad ($P < 0.05$). Para 0 MPa se obtuvo 85%, a -0.03 MPa un 65%, a los -0.05 un 60%, a -0.07 MPa un 13% y a -0.09 MPa un 0.13%. La emergencia de plántulas con los diferentes patrones de lluvia fue menos de 10%; no hubo diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$). Por lo que se concluye que la menodora es sensible a estrés de humedad. Probablemente el reclutamiento de esta especie se lleva a cabo durante años húmedos.

Palabras clave: Arbustos, suelos contaminados, metales pesados, fitoremediación.

Introducción

La menodora (*Menodora scabra* A. Gray) es una hierba con base leñosa que puede llegar a medir hasta 70 cm de altura. Las hojas son lanceoladas de aproximadamente de 1.5 cm de largo y 0.5 de ancho. Las flores son tubulares de 1.9 cm de ancho, color amarillo. El fruto es una capsula redonda dehiscente, color rojiza con 4 semillas en forma de gajos rugoso color café claro (Correll y Johnston, 1970). Esta especie es reconocida como una planta con buen valor forrajero (Melgoza *et al.*, 2008). Esto ha hecho que sus poblaciones se reduzcan, en ocasiones limitando su presencia entre arbustos para escapar del pastoreo. Por lo que esta especie puede ser utilizada en resiembras de tierras de pastoreo degradadas ya que puede incrementar la producción forrajera así como mantener ecosistemas funcionales (Melgoza *et al.*, 2007). Sin embargo, poco se conoce de los requerimientos de la menodora para su propagación.

Cada semilla de planta requiere de condiciones especiales para su germinación y emergencia (Baskin y Baskin, 1998; Young *et al.*, 2004). Para el caso de zonas áridas y semiáridas, una gran limitante para la germinación y establecimiento es el agua (Esqueda *et al.*, 2005). Flores (1992) reporta para menodora que germina a temperatura de 23 a 35 °C y porcentajes de 63 a 81% en



Figura 1. Planta de menodora *Menodora scabra* en matorral micrófilo en Chihuahua, México.

pH de 5 a 9. En este trabajo también encontraron que tolera diferentes tipos de sales y que presentó germinaciones de 53 a 73% cuando se colocó la semilla de 0 a 9 bares.

Otro tipo de estudios que determinan el comportamiento de la germinación en campo es el uso de calendarios de regío con base en los patrones de precipitación. Esqueda *et al.* (2005) encontraron que el zacate navajita *Bouteloua gracilis* requiere de 2 a 4 días de humedad constante para germinar. También los zacates banderilla *B. curtipendula* y gigante *Leptochloa dubia* a pesar de ser todos nativos de zonas áridas requieren de períodos de humedad constante para su germinación y sobrevivencia como plántula.

Los objetivos de este trabajo fueron: determinar bajo condiciones de laboratorio e invernadero los niveles de humedad requeridos para su germinación y emergencia en suelo.

Materiales y Métodos

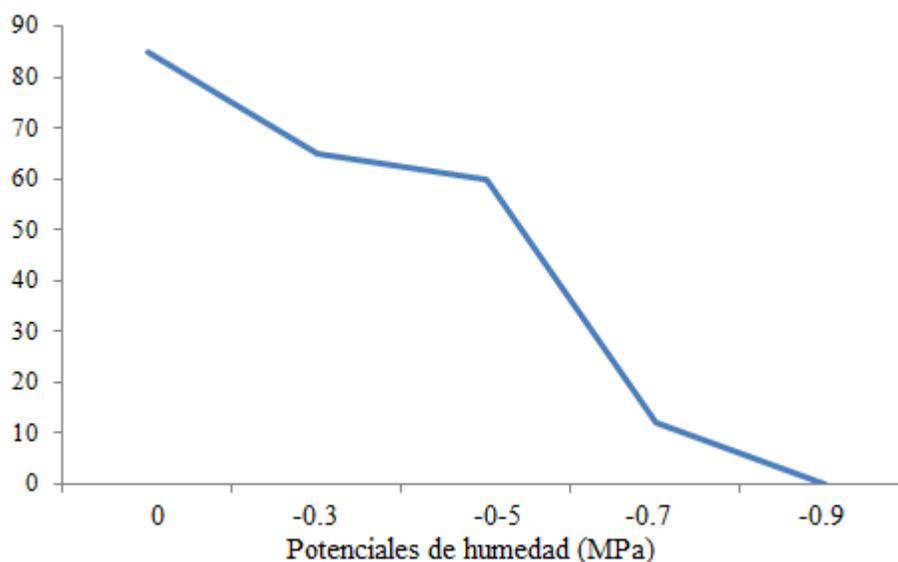
La semilla fue recolectada en el verano del 2009 en un área de matorral dominado por mezquite *Prosopis glandulosa* y gatuño *Mimosa biuncifera*. La semilla fue extraída de las cápsulas, secada y guardada en refrigeración. Dos años después se llevaron a cabo las pruebas de germinación y emergencia. Para la prueba de germinación de estrés de humedad se utilizó manitol (Helmerick y Pfeifer, 1954); los potenciales de humedad fueron: 0, -0.3, -0.5, -0.7 y -0.9 MPa. Se colocaron 30 semillas en cajas Petri sobre papel secante, se agregó la solución que les correspondía y se colocaron en una germinadora a 28 C. Diariamente se revisó para cuantificar semillas germinadas y eliminarlas para facilitar conteos posteriores.

Para la evaluación de emergencia en suelo se utilizó suelo del área donde se colectó la semilla. Se colocó en piletas de 60 cm de profundidad y en parcelas de 30x30 cm se colocaron 30 semillas de menodora. Las secuencias humedad-sequía se obtuvieron de 35 años de precipitación en la parte central de Chihuahua, que incluye el área de recolecta de la semilla. Las secuencias evaluadas fueron pobre: 1-1, 1-1, 1-2, 1-2, 1-4 y 1-8 -12, baja: 1-2, 1-2, 1-1, 1-1, 2-4 y 2-8 -12, media: 1-1, 1-1, 2-2, 2-2, 2-4 y 2-8 -12 y alta: 2-1, 2-1, 2-1, 2-1, 2-4 y 2-8 -12 (Esqueda *et al.*, 2005). Por ejemplo la secuencia pobre es 1 día con riego y otro sin riego, 1 día con riego y otro sin riego, 1 día con riego y 2 sin riego, 1 día con riego y 2 sin riego, 1 día con riego y 4 sin riego, etc. Cada riego consistió en aplicar una capa de agua de 10 mm. Diariamente se realizaron observaciones para cuantificar plántulas emergidas.

En ambas pruebas se tuvieron 4 repeticiones y el diseño fue un completamente al azar. A los datos se les aplicó un análisis de varianza.

Resultados y Discusión

La germinación de menodora se redujo ($P < 0.05$) conforme se incremento el potencial osmótico (Gráfica 1). La prueba de emergencia no produjo suficientes plantas para hacer un análisis estadístico. Aproximadamente cinco semanas después del inicio de esta prueba, emergieron de 2 a 3 plantas en la secuencia alta. Si bien, no se continuó cuantificando su crecimiento y riego ocasional, han logrado sobrevivir sin riego por más de un mes. Estos datos concuerdan con los obtenidos por Flores (1992) quien reporta inhibición de germinación a partir de 12 bares.



Gráfica 1. Porcentaje de germinación de menodora *Menodora scabra* a diferentes potenciales de humedad.

Con base en estos resultados, la menodora es sensible a reducciones de humedad, por lo que como se ha demostrado con otras especies nativas de zonas áridas (Esqueda, 2005), el reclutamiento de esta especie debe darse en años con precipitaciones altas en verano. Por otra parte, una vez emergidas las plántulas parecen tolerar sequía.

Conclusiones

La menodora reduce la germinación a menos del 1% a partir de los -0.9 MPa. Este dato además de las observaciones de la prueba de emergencia, se concluye que la menodora no germinara en veranos con escasa precipitación. La resiembra de esta especie debe ser acompañada por obras de conservación de humedad para asegurar su éxito (Morales, 2001).

Literatura Citada

- Baskin, C.C. and J.M. Baskin. 1998. Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press. California, EUA. 356 p.
- Correll, D.S. and M.C. Johnston. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation. Renner, Texas. 876 p.
- Esqueda, M.H., A. Melgoza M. Sosa, R. Carrillo y J. Jiménez. 2005. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferentes secuencias de humedad/sequía en tres tipos de suelo. Técnica Pecuaria en México 43:101-115.
- Flores M., J. A. 1992. Características autoecológicas de la *Menodora scabra* en la zona central del estado de Chihuahua. Disertación doctoral. Facultad de Zootecnia. UACH. Chihuahua, Chih.
- Helmerick, R.H. and R. P. Pfeifer. 1954. Differential responses of winter wheat germination and early growth to controlled limited moisture conditions. Agronomy Journal 46:560-562.
- Melgoza , A., C. Ortega, C.R. Morales, P. Jurado, C. Velez, M.H. Royo, G. Quintana, A. Lafón, M.T. Alarcón, G. Bezanilla y C. Pinedo. 2007. Propagación de plantas nativas para la recuperación de áreas degradadas: opción para mejorar ecosistemas. Tecnociencia Chihuahua 1:38-40.
- Melgoza, A., M.H. Royo, J.S. Sierra, R. Fierros, T. Lebgue y C. Jiménez. 2008. Manual de Plantas Forrajeras. Folleto Técnico No. 8. INIFAP CIRNC, Campo Experimental La Campana Chihuahua Chih. 214 p.
- Morales, C.R. 2001. Establecimiento de pastos en agostaderos utilizando obras para captar agua de lluvia. Folleto Tec. No. 6. Campo Exp. La Campana, CIRNOC. INIFAP-Fundación PRODUCE. Chihuahua, Chih.
- Young, J.A., C.D. Clements, and D. Haemon. 2004. Germination of seeds of *Tamarix ramosissima*. Journal of Range Management 57:475-481.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y RENDIMIENTO DE FORRAJE DE CINCO VARIETADES DE ALFALFA

PRODUCTIVE BEHAVIOR AND PERFORMANCE OF FIVE VARIETIES FORAGE ALFALFA

Adelaido R. Rojas^{1*}, Alfonso Hernández¹, Santiago Joaquín¹, Sergio I. Mendoza², Juan de Dios Guerrero³ y José L. Zaragoza²

¹Ganadería, Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados² rafaelo8@hotmail.com.
Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. ³Colegio de Postgraduados Campus Puebla.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta productiva de cinco variedades de alfalfa con intervalos de corte definidos estacionalmente. Se realizó de junio de 2010 a junio de 2011 en el Colegio de Postgraduados. Las variedades evaluadas fueron: San Miguelito, Júpiter, Atlixco, Vía láctea y Cuf 101, las cuales se distribuyeron en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Las variedades Júpiter y Cuf 101 con 20, 275 y 13, 350 kg MS ha⁻¹ registraron el mayor y menor rendimiento, respectivamente. En composición botánica y morfológica, la alfalfa constituyó más del 90% de la especie deseable en la pradera durante todo el periodo de estudio. La variedad Cuf 101 con 5% fue la que presentó la mayor invasión por malezas. La variedad que mayor radiación interceptada registró fue Júpiter con un promedio anual de 85%; de la cual la distribución estacional de año fue 95% en primavera, 93% en verano, 82% en otoño y 80% en invierno. El menor valor promedio anual observado lo presentó la variedad Cuf 101 con 71% y presentó a través del año la siguiente distribución: 81% (verano), 78% (primavera), 73% (otoño) y 52% (invierno). Conforme pasó el tiempo el número de plantas disminuyó para todas las variedades. En conclusión la mejor variedad en rendimiento de forraje fue Júpiter y la peor fue Cuf 101

Palabras clave: *Medicago sativa*, rendimiento, composición botánica, radiación.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the growth performance of five varieties of alfalfa cutting intervals defined seasonally. Was conducted June 2010 to June 2011 in the Colegio de Postgraduados. The varieties evaluated were: San Miguelito, Jupiter, Atlixco, Via lacteal and CUF 101, which were distributed in a completely randomized design with four replications. Jupiter varieties and CUF 101 with 20, 275 and 13, 350 kg DM ha⁻¹ recorded the highest and lowest yields, respectively. In botanical and morphological composition, alfalfa constituted over 90% of desirable species in the pasture throughout the study period. The Cuf 101 with 5% was the one that had the highest weed invasion. The variety that more radiation was intercepted Jupiter recorded an annual average of 85%, of which the seasonal distribution of the year was 95% in spring, 93% in summer, 82% and 80% fall in winter. The lowest annual average value observed at present the Cuf 101 with 71% throughout the year presented the following distribution: 81% (summer), 78% (spring), 73% (autumn) and 52% (winter). As time decreased the number of plants for all varieties. In conclusion the best variety in forage yield was Jupiter and the worst was Cuf 101.

Keywords: *Medicago sativa*, yield, botanical composition, radiation.

Introducción

En México, la alfalfa es la leguminosa forrajera más utilizada para la alimentación del ganado lechero, en las regiones árida, semiárida y templada. La importancia de esta especie se debe a la cantidad de forraje obtenido por unidad de superficie, y alto valor nutritivo, por ser apetecible y consumido por gran número de animales, sea en estado fresco, henificada o ensilada (Juncafresca, 1983). Rivas *et al.* (2005) al evaluar cinco variedades de alfalfa encontraron que el mayor rendimiento de MS por corte fue en julio y agosto, con un promedio de 2.82 t de MS ha⁻¹ por corte. El rendimiento estacional expresado como porcentaje del rendimiento anual, presentó el siguiente orden descendente: verano 31% >primavera 27% >otoño 22% >invierno 20%. También existen diferencias estacionales en el rendimiento entre variedades de la misma especie.. Estos autores, también observaron diferencias anuales y estacionales entre variedades. En base a lo anterior el objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta productiva de cinco variedades de alfalfa con intervalos de corte definidos estacionalmente.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó de junio del 2010 a junio del 2011, en el campo experimental del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, ubicado a 19° 29' de LN y 98° 53' de LO, a una altura de 2240 msnm. El clima del lugar es templado subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, con precipitación media anual de 636.5 mm, y un régimen de lluvias en verano (de junio a octubre) y temperatura media anual de 15.2 °C (García, 2004). El suelo del área es franco arenoso, ligeramente alcalino con pH 7-8 (Ortiz, 1997). Se utilizaron cinco variedades comerciales de alfalfa, las cuales fueron: San Miguelito, Júpiter, Atlixco, Vía láctea y Cuf 101, establecida el 18 de abril de 2008. El área de estudio se dividió en 20 parcelas de 63 m² (9*7m), con una densidad de siembra de 30 kg ha⁻¹ de semilla pura viable. El intervalo entre corte varió de acuerdo a la estación del año; en primavera y verano las plantas se cortaron a las cuatro semanas, en otoño cada cinco y en invierno cada seis semanas. Para evaluar el rendimiento de forraje por corte, en cada variedad, al inicio del estudio, se colocaron al azar dos cuadros fijos de 0.25 m² por repetición. El forraje presente dentro de cada cuadro se cosechó un día antes del corte, se depositó en una estufa de aire forzado, a una temperatura de 55 °C durante 72 h. Una vez seca la muestra de forraje se registró en peso seco. De cada una de las muestras de forraje cosechado para estimar el rendimiento, se tomó una submuestra de aproximadamente 20%, para así determinar la composición botánica y morfológica. Se tomaron al azar 5 lecturas de radiación con el método del metro de madera. Al inicio del experimento se colocó un cuadro fijo de 1 m² en cada repetición, en donde mensualmente se contó el número de plantas. Para comparar el efecto, se realizó un análisis de varianza con el procedimiento de Modelos Mixtos (SAS, 1999), con un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ajustada ($\alpha= 0.05$).

Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se presenta el rendimiento estacional y anual de cinco variedades de alfalfa. En general, se observa que la variedad Júpiter con 20,275 kg MS ha⁻¹ registro el mayor rendimiento anual (P < 0.05). En contraste, la variedad Cuf 101 presentó el menor rendimiento anual con 13,350 kg MS ha⁻¹. Independientemente de la variedad, el mayor rendimiento estacional de

forraje se observó en verano, seguido de primavera, otoño e invierno ($P < 0.05$). El promedio estacional de las variedades presenta el siguiente orden descendente: Verano 37% > Primavera 26% > Otoño 25% > Invierno 13%, con un rendimiento promedio anual de 17,313 kg MS ha⁻¹. Resultados similares fueron reportados por Mendoza *et al.* (2010) al reportar el mayor rendimiento anual acumulado de alfalfa variedad “San Miguelito” (29, 674 kg MS ha⁻¹) con la frecuencia de corte de 7 semanas en otoño-invierno y 6 semanas en primavera-verano.

Cuadro 1. Rendimiento estacional y anual (kg MS ha⁻¹) de cinco variedades de alfalfa.

Variedad	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Anual
San Miguelito	6097 ABa	4177 ABb	2069 ABc	3891 Ab	16234 AB
Júpiter	7269 Aa	4833 Ab	2679 Ac	5494 Ab	20275 A
Atlixco	6506 Aa	4530 Ab	2469 Ac	4453 Ab	17958 AB
Vía Láctea	6522 Aa	4449 Ab	2361 Ac	4080 Ab	17412 AB
Cuf 101	4888 Ba	3104 Bb	1508 Bc	3849 Aab	13350 B
Promedio	6256 a	4218 b	2217 c	4353 b	17313 AB

abcd = Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($P > 0.05$). ABCD=Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($P > 0.05$).

En la figura 1 se presentan los cambios estacionales en la composición botánica y morfológica de cinco variedades de alfalfa. Independientemente de la variedad, la alfalfa constituyó más del 90% de la especie deseable en la pradera durante todo el periodo de estudio. Solo en primavera y verano hubo mayor ($P < 0.05$) presencia de malezas, siendo el pasto picudo el predominante. De igual forma se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las variedades a través del año, siendo Cuf 101 con 5% la que presentó mayor invasión por malezas. Independientemente de la variedad, se observaron diferencias estadísticas entre estaciones del año en la aportación de las hojas al rendimiento ($P < 0.05$) las estaciones de otoño e invierno con 57 y 59 % de hoja superaron a las de primavera (47 %) y verano (45%). No se presentó material muerto en todo el periodo experimental, ya que la alfalfa tiende a tirar las hojas senescentes. Similares resultados fueron reportados por Rivas *et al.* (2005) al evaluar cinco variedades de alfalfa registró el mayor porcentaje anual de hoja con 35 y 33% para las variedades Oaxaca y San Miguel, respectivamente y la variedad más baja fue Moapa con 30 % ($P < 0.05$). Al respecto, Hernández-Garay y Martínez (1997), consignan que cosechas muy frecuentes aumentan la calidad nutritiva de la especie, por tener mayor porcentaje de hoja; sin embargo, los cortes frecuentes hacen desaparecer rápidamente las especies perennes, por agotamiento de las reservas de carbohidratos, ya que el rebrote de las especies forrajeras ocurre por traslocación de carbohidratos de las raíces y base de tallos, a los meristemos aéreos remanentes provocando que la tasa de rebrote sea lenta y que la pradera sea invadida por malezas.

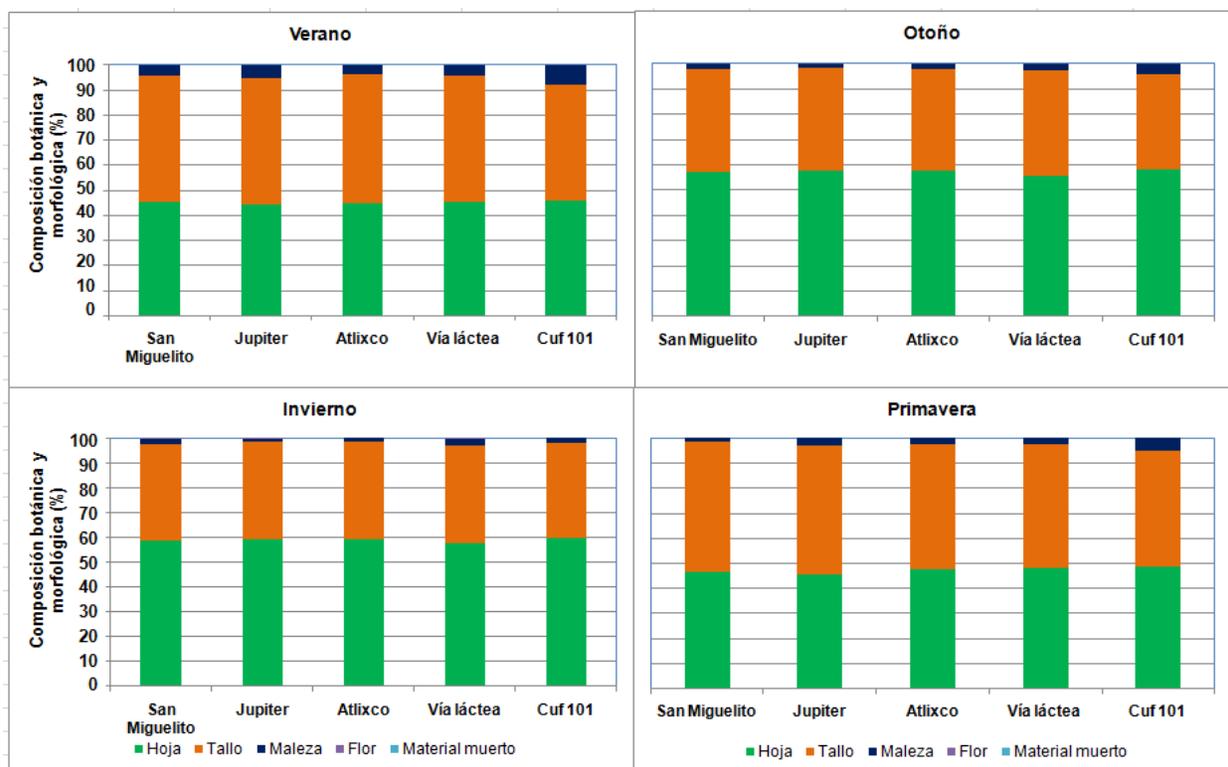


Figura 1. Cambios estacionales en la composición botánica y morfológica (%) de cinco variedades de alfalfa.

La radiación interceptada fue afectada significativamente ($P < 0.05$) por la variedad y estación del año (Cuadro 2). Las variedad que mayor radiación interceptada registro fue Júpiter con un promedio anual de 85%; de la cual la distribución que presento a través de año fue 95% (primavera), 93% (verano), 82% (otoño) y 80% (invierno). El menor valor promedio anual observado lo presento la variedad Cuf 101 con 71%. Resultados similares reportó Mendoza *et al.* (2010) para la variedad San Miguelito, en donde la mayor radiación interceptada promedio fue en verano con 77 %, mientras que la menor de 68% para invierno.

Cuadro 2. Cambios estacionales en la radiación interceptada (%) de cinco variedades de alfalfa.

Variedad	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Promedio
San Miguelito	88 Ba	80 ABb	65 Bc	85 BCab	80 AB
Júpiter	95 Aa	82 Ab	80 Ab	93 Aa	88 A
Atlixco	86 Bab	80 Ab	72 ABc	90 ABa	82 AB
Vía Láctea	90 Ba	82 Ab	76 Ab	90 ABa	85 A
Cuf 101	81 Ca	73 Bb	52 Cc	78 Cab	71 C
Promedio	88 a	79 b	69 c	87 a	

abcd=Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($P > 0.05$). ABCD=Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($P > 0.05$).

En el Cuadro 3 se observa cambios estacionales en densidad de plantas ($P < 0.05$) y entre variedades. La densidad de plantas tendió a disminuir en todas las variedades conforme transcurrió el periodo experimental, de 32 plantas m^{-2} en verano a 22 plantas m^{-2} en primavera ($P < 0.05$). La mayor densidad promedio de planta la presenta Júpiter con 33 plantas y la menor Cuf 101 con 21 plantas m^{-2} . Ambas perdieron 10 y 11 plantas, respectivamente. Esto pudo deberse, a los años que tenían de establecidas las variedades, ya que conforme pasa el tiempo la persistencia y rendimiento de la pradera va disminuyendo, ya que el promedio de vida útil de la

pradera de alfalfa en el Valle de México es de 3 años, cuando se dan entre 9 y 11 cortes anuales (Améndola *et al.*, 2005).

Cuadro 3. Cambios estacionales en la densidad de plantas (plantas m²) de cinco variedades de alfalfa.

Variedad	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Promedio
San Miguelito	30 BCa	26 Cab	23 Cb	21 Bb	25 C
Júpiter	38 Aa	34 Ab	32 Ac	28 Ac	33 A
Atlixco	35 ABa	31 ABb	27 Bbc	24 Bc	29 AB
Vía Láctea	32 Ba	30 Ba	26 BCb	23 Bc	28 B
Cuf 101	27 Ca	23 Cb	19 Dc	16 Cd	21 C
Promedio	32 a	29 b	25 c	22 c	

abcd=Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes (P>0.05). ABCD=Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes (P>0.05).

Conclusión

El mejor comportamiento productivo lo presenta la variedad Júpiter y la menor para Cuf 101. Todas las variedades presentan un crecimiento estacional, siendo mayor en primavera-verano y menor en otoño-invierno. Conforme pasa el tiempo la persistencia de la pradera va disminuyendo al igual que el número de plantas. Se presenta una menor persistencia en la variedad Cuf 101.

Literatura Citada

- Améndola, M. R. D., Castillo, G. E. y Martínez, H. P. A. 2005. Pasturas y cultivos forrajeros 52 p.
- García E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 4 ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.
- Hernández-Garay, A. y Martínez, H. P. A. 1997. Utilización de pasturas tropicales. En: Torres H. G. y Díaz, R. P (Eds.) Producción de ovinos en zonas tropicales. Fundación Produce-Inifap pp 8-24.
- Juncafrasca, B. 1983. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. 2ª edición. Editorial Aedos Barcelona, España. 203 p.
- Mendoza P. S. I., Hernández G. A., Pérez P. J., Quero C. A. R., Escalante E. J. A. S., Zaragoza R. J. L. y Ramírez R. O. 2010. Respuesta productiva de la alfalfa a diferentes frecuencias de corte. Rev. Mex. Cienc. Pec. 1(3). Pp. 287 – 296.
- Ortíz S. C. 1997. Colección de Monolitos. Depto. Génesis de suelos. Edafología. IRENAT. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. México.
- Rivas, J. M. A., López, C. C., Hernández-Garay, A. y Pérez. P. J. 2005. Efecto de tres regímenes de cosecha en el comportamiento productivo de cinco variedades comerciales de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Técnica Pecuaria en México. 43(1):79-92.
- SAS. 1999. User's Guide: Statics (versión 8 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 956 p.

PLANTAS ENDÉMICAS DE MÉXICO EN LOS PASTIZALES DE CHIHUAHUA: BASE PARA SU CONSERVACIÓN

ENDEMIC PLANTS OF MEXICO AT GRASSLANDS OF CHIHUAHUA: A BASE FOR ITS CONSERVATION

Mario H. Royo¹ y Alicia Melgoza²

¹Sitio Exp. Campana-Madera, INIFAP, ²Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH

Resumen

Los pastizales es uno de los ecosistemas más amenazados en México. Es importante conocer las especies que lo componen para establecer estrategias de conservación, por lo que nuestro objetivo fue determinar las plantas endémicas de México presentes en los pastizales de Chihuahua, con énfasis en las familias Asteraceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae y Poaceae. El listado se obtuvo de las bases de datos del INIFAP y CONABIO, así como consulta de la literatura. En total se enlistan 104 taxones (especies y categorías infraespecíficas), ubicadas en 14 familias y 70 géneros; del total de las taxones, 14 se encuentran ya en la NOM-059. Las familias Asteraceae, Poaceae, Cactaceae y Fabaceae presentan 35, 21, 16, 15 y 7 taxones, respectivamente. Los géneros mejor representados son *Dalea*, *Bouteloua*, *Muhlenbergia* y *Euphorbia*, con 9, 5, 4 y 4 taxones, respectivamente. Se encontraron 10 especies y 1 subespecie endémicas para el Estado. La riqueza y el número de taxones endémicos son buenos indicadores para seleccionar áreas para conservar y con buena salud. Dado el número de especies reportadas es necesario prácticas adecuadas de uso, para mantener la diversidad vegetal del Estado. Ésta información es básica para establecer estrategias de conservación, planes de manejo y modificar la normatividad.

Palabras clave: plantas, riesgo, endémicas, raras, conservación.

Introducción

Los pastizales es uno de los ecosistemas más amenazados del mundo (Miñarro *et al.*, 2008). En México la distribución original de los pastizales se ha reducido alrededor de 65% (SEMARNAT, 2008). En el estado de Chihuahua se reportan 4 grandes tipos de vegetación: matorral, pastizal, bosque y selva, en 24.7 millones de hectáreas, donde los pastizales ocupan el 29% de la superficie estatal. (INEGI, 2003). De la década de los 70's al 2008 los pastizales de Chihuahua se han reducido en alrededor de un 80%, donde causas principales son la apertura de tierras de cultivo y la invasión de arbustos. (COTECOCA, 1978; SEMARNAT, 2008; Carreón *et al.*, 2008; Royo *et al.*, 2008).

En este contexto no solo la biodiversidad está en riesgo, sino también las actividades económicas que ahí se sustentan, como lo es la ganadería extensiva. Por lo que es importante tener indicadores que nos den la pauta para establecer estrategias de conservación y manejo de este ecosistema. La diversidad vegetal, la composición botánica (especies claves, endémicas, raras), los grupos de plantas funcionales y estructurales son importantes indicadores en los valores de conservación de hábitat para la fauna silvestre.

México ocupa el quinto lugar en el mundo en la diversidad de plantas vasculares (SEMARNAT, 2008); de las 23424 especies de plantas vasculares (Villaseñor, 2004), alrededor de 9300 (40%) especies son endémicas del país (Rzedowski, 1991 b). Para el estado de Coahuila, Villarreal (2001) reporta 3039 especies de plantas y 168 categorías infraespecífica, de las cuales 350 (11.2%) especies y categorías infraespecífica son endémicos o de distribución restringida (Villarreal y Encina, 2005). Al analizar por familias, la Asteraceae en el estado de Zacatecas, de 6 tipos de vegetación, los pastizales ocupan el cuarto lugar con presencia de especies endémicas de México (Balleza y Villaseñor, 2002). Lebgue *et al.* (2011) reportan 123 especies y 22 variedades de Cactaceas, de las cuales el 21% son endémicas para Chihuahua y estados colindantes.

Por lo que el objetivo del presente trabajo fue enlistar a las plantas endémicas de México, presentes en los pastizales de Chihuahua, con énfasis en cinco familias más abundantes (Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae y Cactaceae).

Materiales y Métodos

Los pastizales de Chihuahua se ubican en los valles y lomeríos de dos provincias fisiográficas; la del Altiplano Norte y en las estribaciones de la provincia Sierra Madre Occidental (INEGI, 2003). **Pastizales medianos.** Están constituidos por gramíneas perennes principalmente cespitosas, de talla mediana (0.5-1 m) en un complejo de especies de navajitas y tres barbas (*Bouteloua-Aristida*). La topografía del terreno son planicies de gran extensión, en partes con ondulaciones de lomeríos bajos de aspecto suave hasta quebrados. La altitud va desde 1300-2000 m. El clima es seco templado con verano cálido (BS₀k y BS₁k) temperatura media anual de 15-18 °C con precipitación pluvial de 300-500 mm anuales. **Pastizal amacollado abierto y arborescente.** Formados por comunidades con especies de crecimiento amacollado de navajita y liendrillas (*Bouteloua-Muhlenbergia*) y encinos (*Quercus*), sobre planicies, lomeríos bajos y altos. Se encuentran dentro de los bosques templados en la Sierra Madre Occidental. La altitud va desde 1600-2400 m. Los climas abarcan desde el seco templado con verano cálido y templado subhúmedo (BS₀k y BS₁k); temperatura media anual de 11 a 17°C con precipitación pluvial de 400-800 mm anuales. **Pastizales halófitos.** Se encuentran en las partes bajas de las planicies cerradas de todo el Estado. Están constituidos por gramíneas de 0.5-2 m de alto, resistentes a altas concentraciones de sales, alta alcalinidad y mal drenaje. Dominan el zacate toboso (*Pleurophys mutica*) y/o el zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), en las zonas de transición con los matorrales se encuentran asociados con mezquite (*Prosopis glandulosa*) y chamizo (*Atriplex canescens*). La altitud va desde 1180-2100 m. Clima variado y no es el principal factor que determina a éstas comunidades (COTECOCA, 1978).

Los listados de especies se obtuvieron principalmente de las bases de datos del I INIFAP y CONABIO. Se revisaron a detalle cinco familias: Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae y Cactaceae, las cuatro primeras por ser las mejor representadas para México y el Estado, en cuanto géneros y especies (Rzedowski, 1998; Estrada y Villarreal, 2010) y la última, debido a ser la familia más amenazada de México y del Desierto Chihuahuense y con alto grado de endemismos (Hernández *et al.*, 2004; DOF, 2010). También, se consultaron los listados florísticos publicados de Chihuahua, monografías de géneros o familias donde el Estado es incluido (Lebgue y Valerio, 1985; Estrada *et al.*, 1997; Royo y Melgoza, 2001; Lebgue, 2002; Martínez *et al.*, 2002; Herrera *et al.*, 2004; Dávila *et al.*, 2006; Herrera y Peterson, 2007; Estrada y Villarreal, 2010; Lebgue y

Quintana, 2010). Se consulto especies endémicas de México, distribución y tipo de vegetación donde se presentan (Flora of North America, 1993; Henrickson y Johnston, 1997; Balleza y Villaseñor, 2002; González *et al.*, 2007; Guzmán *et al.*, 2007; Juárez *et al.*, 2007; USDA-NRCS, 2010). La información que se presenta contiene el nombre científico de la especie, familia a la que pertenece, tipo de vegetación donde se encuentra, y estados en los que se distribuye la especie, en el caso de los endemismos restringidos. Los nombres científicos, sinonimias y autores de las especies fueron consultados en los catálogos de especialistas Mexicanos (Castelo *et al.*, 2005; Dávila *et al.*, 2006; Guzmán *et al.*, 2007; Martínez-Gordillo *et al.*, 2007) y en la página web The Plant List (2010). Con la información recabada se hace un análisis de la importancia de las especies endémicas en los planes de conservación de la biodiversidad del pastizal.

Resultados y Discusión

Se detectaron 85 especies y 19 categorías infraespecíficas, ubicadas en 70 géneros y 14 familias, presentes en los pastizales (Cuadro 1) de las cuales 14 taxones se encuentran en riesgo NOM-059 (DOF, 2010) y 11 de ellas pertenecen a la familia Cactaceae. Asteraceae tuvo la mayor numero de taxones endémicos para México; el género *Zaluzania* fue el más abundante con 29 especies y 6 categorías infraespecíficas. Le siguen Poaceae, Cactaceae, Fabaceae y Euphorbiaceae con 21, 16, 15 y 7 taxones, respectivamente. Los géneros mejor representados fueron *Dalea*, *Bouteloua*, *Muhlenbergia* y *Euphorbia* con 9, 5, 4 y 4 taxa, respectivamente. Se reportan 10 especies y 1 infrataxa endémicas para el Estado, repartidas en cuatro familias: Poaceae con 4 especies, Asteraceae con 3 especies y 1 infrataxa, Cactaceae con 2 especies y Euphorbiaceae con 1 especie. *Aristida gypsophila* fo. *diffusa* presenta una distribución con localidades disyuntas entre Chihuahua y San Luis Potosí, cuyo análisis biogeográfico será interesante de analizar. En la NOM-059 se refiere al *Agave polianthiflora* como especie no endémica. Sin embargo, no se encontró evidencia de distribución en Estados Unidos y Gentry (2003), solo lo reporta para Chihuahua y Sonora.

Cuadro 1. Taxones endémicos de México presentes en los pastizales de Chihuahua

Familias	Géneros	Especies	Infrataxa	Endemismos (%) *
Asteraceae	1	29	6	33.7
Poaceae	0	16	5	20.2
Cactaceae	0	15	1	15.4
Fabaceae	0	9	6	14.4
Euphorbiaceae	0	7	0	6.7
Otras	0	9	1	9.6
Total	1	85	19	100

* Porcentaje en relación al listado (104 taxones) que se reporta en este trabajo.

Las 104 taxones endémicas de México reportadas en los pastizales de Chihuahua, puede ser un criterio para la selección de áreas que proteger y manejar, donde se priorice las áreas con gran número de especies endémicas y raras. De manera paralela diseñar una red de corredores biológicos que mantenga la conectividad entre las poblaciones de flora y fauna. Además de ser la riqueza de plantas un indicador del buen estado de salud de los pastizales. Una de las desventajas al determinar áreas para la conservación a gran escala con base en la riqueza de especies de plantas, es el no contar con inventarios florísticos (Palmer, 1995), como ejemplo tenemos el estado de Chihuahua. En la selección de áreas de conservación en

el estado se pueden utilizar métodos biogeográficos o bien una priorización jerárquica cualitativa donde se pondere como principal las especies mencionadas en la NOM-059, segundo las especies endémicas del Estado, tercero las especies con endemismos restringidos en el Estado y sus vecinos, cuarto las especies endémicas de México.

El alto número de especies endémicas de las familias revisadas en este trabajo, sustenta que las zonas áridas y semiáridas del norte de México son origen y evolución a un gran número de linajes vegetales, por lo que su conservación se vuelve prioridad. Los géneros *Dalea*, *Bouteloua* y *Muhlenbergia*, son los más abundantes tanto de taxa endémica de los pastizales, de igual manera son de los más diversificados en México y en la parte central del Estado (Rzedowski, 1991a; Halffter *et al.*, 2008; Estrada y Villarreal, 2010).

Conclusiones

Debido a la presencia numerosa de especies endémicas en los pastizales es necesario utilizar metodologías apropiadas de conservación para las zonas semiáridas del Desierto Chihuahuense, como lo puede ser una propuesta de estudio jerárquica, donde: 1) se realicen mapas de distribución de las especies (presencia/ausencia), 2) análisis de tendencia de poblaciones y 3) monitoreo en parcelas permanentes (con individuos marcados), pero quizás la más importante es la implementación de las estrategias básicas de manejo y mejoramiento de pastizales (Royo *et al.*, 2010).

La rareza de las especies endémicas, sumado al alto grado de deterioro actual del pastizal pone en alto riesgo a éstas especies y quizás en peligro de extinción a las especies endémicas del Estado. Para mantener e incrementar la diversidad vegetal, se debe de realizar ajuste de carga en los pastizales, planes de manejo del pastoreo que eviten el deterioro o degradación de los pastizales y la rehabilitación de los mismos.

Literatura Citada

- Balleza, J.J. y J.L. Villaseñor. 2002. La Familia Asteraceae en el estado de Zacatecas (México). *Acta Bot. Mex.* 59:5-69.
- Carreón H., E.C., A. Pinedo, A. Lafón T. y J.C. Guzmán A.. 2008. Cambios en la cobertura vegetal de la ecorregión Desierto Chihuahuense: Análisis retrospectivo de las décadas 1970–2000. 27-47 pp. Memoria. Trabajo Completo. V Simposium Internacional de Pastizales. Saltillo Coah. Méx.
- Castelo, E., O. Ricalde y J. Panero. 2003-2005. Catálogo de Autoridades de Asteráceas Mexicanas y Actualización de tribus Heliantheae y Eupatorieae. University of Texas. Base de datos SNIB-CONABIO proyectos V004, AE012 y CS011. Mexico, D.F.
- COTECOCA. 1978. Comisión Técnica Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero, Chihuahua. Subsecretaría de Ganadería. SARH. México.
- Dávila P., M.T. Mejía-Soulés, M. Gómez-Sánchez, J. Valdés-Reyna, J.J. Ortiz, C. Morín, J. Castrejón y A. Ocampo. 2006. Catálogo de las gramíneas de México. UNAM. CONABIO. México.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2010. NOM-059-SEMARNAT-2001. Norma Oficial Mexicana-Lista de especies en riesgo. Proyecto de modificación. México, D.F.
- Estrada, E., R. Spellenberg y T. Lebgue. 1997. Flora vascular de la Laguna de Babícora, Chihuahua, Mexico. *Sida* 17(4):809-827.
- Estrada C., E. y J.A. Villarreal Q. 2010. Flora del centro del estado de Chihuahua, México. *Acta Botánica Mexicana* 92:51-118.
- Flora of North America Editorial Committee, eds. 1993+. Flora of North America North of Mexico. 15+ vols. New York and Oxford. Disponible: <http://www.fna.org/>. Consultado 15 abr, 2010.
- Gentry, H. S. 2003. Agaves of Continental North America. The University of Arizona Press. Tucson, AZ. USA. 670 p.

- González, C.O., A.J. Giménez, P.J. García y R. Aguirre. 2007. Flora vascular de la Sierra de Catorce y territorios adyacentes, San Luis Potosí, México. *Acta Bot. Mex.* 78:1-38.
- Guzmán, U., Arias, S. y Dávila, P. 2007. Catálogo de autoridades taxonómicas de las cactáceas (Cactaceae: Magnoliopsida) de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyectos Q045 y AS021. México.
- Halffter, G., J. Llorente B y J. J. Morrone. 2008. La perspectiva biogeográfica histórica, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 67-86.
- Henrickson, J. y M.C. Johnston. 1997 (inedited). A flora of the Chihuahuan Desert region. Los Angeles, California. 1687 pp.
- Hernández, H.M., H.C. Gómez y B. Goettsch. 2004. Checklist of Chihuahuan Desert Cactaceae. *Harvard Papers in Botany* 9:51-68.
- Herrera A., Y., P.M. Peterson y L.M. Cerda. 2004. Revisión de *Bouteloua* Lag. (Poaceae). IPN-CIIDIR Durango. CONABIO. Durango, Mex.
- Herrera A., Y. y P.M. Peterson. 2007. *Muhlenbergia* (Poaceae) de Chihuahua, México. Sida, Botanical Miscellany. Botanical Research Institute of Texas. BRIT Press.
- INEGI. 2003. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Chihuahua. Aguascalientes, Ags. México.
- Juárez, J.V., C.L.O. Alvarado y J.L. Villaseñor. 2007. La familia Apocynaceae *sensu lato* en México: diversidad y distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:459-482.
- Lebgue, K., T. y G. Quintana M. 2010. Cactáceas de Chihuahua. Tesoro estatal en peligro de extinción. Gobierno del Estado de Chihuahua. UACH. Fomix. CONACYT.
- Lebgue K., T. 2002. Gramíneas de Chihuahua, Manual de Identificación. Textos Universitarios. UACH. Chihuahua, Chih. México.
- Lebgue, T. y A. Valerio. 1985. Lista parcial de las plantas vasculares del Rancho Teseachic de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Producción Animal Zonas Áridas y Semiáridas. UACH, Chihuahua. 4(2):30-36.
- Lebgue, K., T., O. A. Viramontes O., R. A. Soto C., M. Quiñones O., S. Castañeda B. e Y. E. Abiña D. 2011. Cactáceas endémicas y raras del estado de Chihuahua, México. *TecnoCiencia* 4:27-33.
- Martínez G., M., J. Jiménez R., R. Cruz D., E. Juárez A., R. García, A. Cervantes y R. Mejía. H. 2002. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica* 73:155-281.
- Martínez-Gordillo, M., V. Steinmann, J. Jiménez, A. Cervantes, Y. Ramírez y A. Ramírez. 2006. Catálogo de autoridades taxonómicas de las euforbiáceas (Euphorbiaceae: Magnoliopsida) de México. Facultad de Ciencias, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto CS006. México.
- Melgoza C., A., M.H. Royo M. y J.S. Sierra T. 2005. Listado preliminar de la flora del estado de Chihuahua. 35 p. Resumen. 2do Simposio Botánico del Norte de México. Durango, Dgo.
- Miñarro, F., U. Martinez, D. Bilenca, F. Olmos y J. Aldabe. 2008. Rio de la Plata grasslands or pampas & campos (Argentina, Uruguay y Brazil). 24-33 pp. Temperate grassland of South America. The world temperate grasslands conservation initiative workshop Hohhot, China. Disponible: http://cmsdata.iucn.org/downloads/pastizales_templados_de_sudamerica.pdf. Consultado 24 abr, 2010.
- Royo, M.H. y A., Melgoza. 2001. Listado florístico del Campo Experimental La Campana y usos de su flora. *Téc. Pec. Méx.* 39:105-125.
- Royo M., M.H., J.S. Sierra T., C.R. Morales N., R. Carrillo R., A. Melgoza C. y P. Jurado G. 2008. Estudios Ecológicos de Pastizales. Cap. 3:23-70 pp. En: RELC 50 años de investigación y transferencia en pastizales y producción animal. A.H. Chávez S. (Comp.). Libro Téc. No. 2. INIFAP-CIRNOC. Chihuahua, Chih. México.
- Rzedowski, J. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Bot. Mex.* 14:3-22.
- Rzedowski, J. 1991b. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Bot. Mex.* 15:47-64.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. 129-145 p. En: Diversidad biológica de México: Orígenes y distribución. Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- SEMARNAT. 2008. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México, D.F.
- The Plant List. 2010. Version 1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/>. Consultado el 26/03/2012.
- USDA-NRCS. 2010. Plants profile. Disponible: <http://plants.usda.gov/>. Consultado 15 abr, 2010.

- Villarreal Q., J.A. 2001. XXIII Flora de Coahuila. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F.
 Villarreal Q., J.A. y J.A. Encina D. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Bot. Mex.* 70:1-46.
 Villaseñor, J.L. 2004. Los géneros de las plantas vasculares de la flora de México. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 75:105-135.

ANEXO

Listado de especies de plantas endémicas de México presentes en los pastizales de Chihuahua.

Amenazada (A), Peligro de Extinción (P), Protección Especial (Pr), Endémica (En), Chihuahua (Ch), Durango (Dg), Coahuila (Coa), México (Mex), Nuevo León (NL), San Luis Potosí (SLP), Sinaloa (Si), Sonora (So), Zacatecas (Za), Noroeste (NO), Selva Baja Caducifolia (SBC), Bosque Pino (BP), Bosque Pino-encino (BPE), Bosque Encino (BE), Pastizal (Pz), Pastizal halófito (PH), Pastizal subalpino (Ps), Matorral micrófilo (Mm), Matorral rosetófilo (Mr), Matorral de dunas (Md), Matorral xerófilo (Mx), Ripario (Ri).

AGAVACEAE	CARYOPHYLLACEAE
<i>Agave polianthiflora</i> Gentry, A, En Mex (Chi, So), BE, Pz	<i>Drymaria coahuilana</i> (I.M. Johnst.) B.L. Turner, En Mex (Ch, Coa). PH, Mm
APOCYNACEAE	CHENOPODIACEAE
<i>Matelea chihuahuensis</i> (A. Gray) Woodson, En Mex (Ch, So). Pz, Mr	<i>Atriplex acanthocarpa</i> subsp. <i>stewartii</i> (I.M. Johnst.) Henr., En Mex (Ch, Coa). PH, Mm
ASTERACEAE	COCHLOSPERMACEAE (BIXACEAE)
<i>Acourtia butandae</i> L. Cabrera, En Mex. SBC, BP, BE, Pz, Mx	<i>Amoreuxia malvifolia</i> A. Gray, En Mex (Ch, Dg). Pz
<i>A. humboldtii</i> (Less.) B.L. Turner, En Mex. SBC, BP, BE, Pz, Mm, Ri	EUPHORBIACEAE
<i>A. parryi</i> (A. Gray) Reveal & R.M. King, En Mex. BE, Pz, Mx	<i>Chamaesyce scopulorum</i> (Brandege) Millsp. (<i>Euphorbia</i> s.), En Mex (Ch, Coa, Dg); BP, Pz, Mm
<i>Adenophyllum cancellatum</i> (Cass.) Strother, En Mex. SBC, BP, BE, Pz, Mx, Ri.	<i>Croton disjunctus</i> V.W. Steinhilber, En Mex (Ch, Dg). BE, Pz
<i>Ageratina hyssopina</i> (A. Gray) R.M. King & H. Rob., En Mex. BP, BE, Pz, Ri	<i>Euphorbia furcillata</i> Kunth, En Mex. BPE, BP, BE, Mm, Pz
<i>A. lasioneura</i> (Hook. & Arn.) R.M. King & H. Rob., En Mex. BP, BE, Pz	<i>E. henricksonii</i> M. C. Johnst., En Mex (Ch); PH
<i>Ambrosia nivae</i> (B.L. Rob. & Fernald) W.W. Payne. En Mex. (Ch). Pz	<i>E. mcvaughiana</i> M. C. Johnst., En Mex (Ch, Coa); BP, BE, BPE, Pz.
<i>Artemisia pringlei</i> Greenm., En Mex. Pz, Mx	<i>E. sphaerorhiza</i> Benth., En Mex; BPE, BP, BE, Pz
<i>Brickellia spinulosa</i> (A. Gray) A. Gray, En Mex. Pz	<i>Pedilanthus macrocarpus</i> Benth. (<i>Euphorbia lomelii</i>), En Mex (NO Mex, SBC, BE, Md, Pz).
<i>Calanticaria brevifolia</i> (Greenm.) E.E. Schill. & Panero., En Mex. Pz	FABACEAE
<i>Conoclinium betonicifolium</i> var. <i>integrifolium</i> (A. Gray) T.F. Patterson, En Mex. Pz	<i>Astragalus hypoleucus</i> S. Schauer, En Mex. BE, Pz, Mx
<i>Cosmos palmeri</i> B. L. Rob., En Mex. BP, BE, Pz	<i>A. mollissimus</i> var. <i>irolanus</i> (M. E. Jones) Barneby, En Mex. Pz
<i>Erigeron coronarius</i> Greene var. <i>coronarius</i> . En Mex (Ch). BP, BE, Pz	<i>A. quinqueflorus</i> S. Wats., En Mex. Pz
<i>E. metrius</i> S. F. Blake, En Mex. Pz, Mx	<i>Dalea capitata</i> var. <i>capitata</i> Wats., En Mex. Pz
<i>Grindelia confusa</i> Steyererm., En Mex. BP, BE, Pz	<i>D. dorycnioides</i> DC., En Mex. Pz, Mx
<i>Gutierrezia conoidea</i> (Hemsl.) M.A. Lane. En Mex. BP, BE, Pz, Ri	<i>D. leucostachya</i> var. <i>leucostachya</i> Gray, En Mex. SBC, BP, PE, Pz
<i>Helenium chihuahuensis</i> Bierner, En Mex (Ch). BP, BE, Pz	<i>D. lutea</i> var. <i>lutea</i> (Cav.) Willd., En Mex. BE, Pz, Mx

<i>Hydropectis estradii</i> B. L. Turner, En Mex (Ch). Pz, Ri	<i>D. prostrata</i> Ort., En Mex. Pz
<i>Isocoma tomentosa</i> G.L. Nesom, En Mex. Pz, Mx	<i>D. simulatrix</i> Barneby, En Mex (Ch, Dg). Pz
<i>Lasiantha podocephala</i> (A. Gray) K.M. Becker, En Mex. SBC, BP, BE, Pz	<i>D. verna</i> Barneby, En Mex. BE, Pz
<i>Perymenium mendezii</i> DC. var. <i>mendezii</i> , En Mex. SBC, BP, BE, Pz	<i>D. versicolor</i> Zucc. var. <i>glabrescens</i> (Rydb.) Barneby, En Mex. Pz
<i>Porophyllum linaria</i> (Cav.) DC., En Mex. Pz, Mx	<i>D. viridiflora</i> S. Wats., En Mex. BP, BE, Pz
<i>Psilostrophe gnaphalodes</i> var. <i>mexicana</i> (R.C. Br.) B.L. Turner, En Mex. Pz, Mx	<i>Lotus plebeius</i> (Brandege) Barneby, En Mex. BP, BE, Pz
<i>Sinclairia palmeri</i> (A. Gray) B. L. Turner, En Mex. BP, BE, Pz	<i>Senna durangensis</i> var. <i>durangensis</i> (Rose) Irwin & Barnaby, En Mex (Ch, Dg). Pz, Mm
<i>Stevia amblyolepis</i> (B. L. Rob.) B. L. Rob., En Mex. BE, Pz	<i>Trifolium goniocarpum</i> Lojac, En Mex. BP, BE, Pz
<i>S. salicifolia</i> var. <i>virgulifera</i> B. L. Rob., En Mex. BP, BE, Pz	FOUQUERIACEAE
<i>S. tephra</i> B. L. Rob., En Mex. BP, BE, Pz	<i>Fouquieria shrevei</i> I. M. Johnst., Pr , En Mex (Ch, Coa, Dg), PH, Mm
<i>Tagetes lunulata</i> Ortega, En Mex. Pz	HYDROPHYLLACEAE
<i>Thymophylla tenuifolia</i> (Cass.) Rydb., En Mex. Pz, Mx	<i>Nama stenophyllum</i> A. Gray & Hemsl., En Mex (Ch, Coa). PH, Mm
<i>Verbesina chihuahuensis</i> A. Gray, En Mex. BP, BE, Pz, Mx	<i>Phacelia gypsogenia</i> I. M. Johnst., En Mex (Ch, Coa, NL). PH, Mm
<i>Viguiera linearis</i> (Cav.) Sch. Bip. ex Hemsl., En Mex. BP, BE, Pz, Mx	POACEAE
<i>Xanthocephalum gymnospermoides</i> (A. Gray) Benth., En Mex. BP, BE, Pz, Ri	<i>Achnatherum multinode</i> (Scribn. ex Beal) Valdés-Reyna & Barkworth, En Mex (Ch). Pz, Mm
<i>Zaluzania discoidea</i> A. Gray, En Mex. BP, BE, Pz	<i>Aristida eludens</i> Allred & Valdés-Reyna, En Mex. BE, Pz
<i>Z. megacephala</i> var. <i>coahuilensis</i> Olsen, En Mex (Ch, Coa, Dg, NL), Rara. Pz	<i>A. gypsophila</i> fo. <i>diffusa</i> Alrred & Valdés-Reyna, En Mex (Ch, SLP). PH
<i>Zinnia oligantha</i> I. M. Johnst., En Mex. Pz, Mx	<i>Bouteloua breviseta</i> Vasey, En Mex (Ch), Rara. Pz, PH, Md
BRASSICACEAE	<i>B. chihuahuana</i> (M.C. Johnston) Columbus, En Mex (Ch). Pz
<i>Nerisyrenia castillonii</i> Rollins, En Mex (Ch, Coa). PH, Mm	<i>B. curtispindula</i> var. <i>tenuis</i> Gould & Kapadia, En Mex. Pz, Mx
CACTACEAE	<i>B. scorpioides</i> Lag., En Mex. Pz, Mx
<i>Coryphantha compacta</i> (Engelm.) Britton & Rose, En Mex (Ch, Dg). BP, BE, Pz, Mm	<i>B. uniflora</i> Vasey var. <i>coahuilensis</i> Gould & Kapadia, En Mex. Pz, Mm
<i>C. gracilis</i> Brener & A. B. Lau, P , En Mex (Ch), Pz	<i>Chaboissaea ligulata</i> E. Fourn., En Mex. BP, BE, Pz
<i>C. longicornis</i> Boed., En Mex (Ch, Dg). PH, Mm, Mr	<i>Dystichlis spicata</i> var. <i>mexicana</i> Beetle, En Mex. PH, Mx
<i>C. poselgeriana</i> (A. Dietr.) Britton & Rose, A , En Mex, PH, Mr	<i>Eragrostis intermedia</i> var. <i>oreophila</i> (L.H. Harv.) Witherspoon, En Mex. BP, BE, Pz
<i>Echinocactus parryi</i> Engelm. A , En Mex, Pz, PH, Md, Mr	<i>E. pringlei</i> Mattei, En Mex. BE, Pz
<i>Echinocereus adustus</i> Engelm. A , En Mex (Ch), BE, Pz	<i>Festuca lugens</i> (E. Fourn.) Hitchc., En Mex. BP, BE, Ps
<i>E. palmeri</i> Britton & Rose, P , En Mex (Ch, Dg, Za), BE, Pz, Mm, Mr	<i>Muhlenbergia alamosae</i> Vasey, En Mex. BP, BE, Pz
<i>E. stoloniferus</i> W.T. Marshall, Pr , En Mex (Ch, So, Si), SBC, BP, BPE, BE, Pz	<i>M. elongata</i> Scribn., En Mex (Ch, So). BE, Pz
<i>Echinomastus intertextus</i> (Engelm.) Britton & Rose, A , En Mex (Ch, So), BE, Pz, Mm	<i>M. pubescens</i> (Kunth) Hitchc., En Mex. BP, BE, Pz

<i>E. unguispinus</i> (Engelm.) Britton & Rose subsp. <i>unguispinus</i> , Pr , En Mex, Pz, Mm, Mr	<i>M. strictior</i> Beal, En Mex (Ch, Dg, So). BP, BE Pz
<i>Escobaria chihuahuensis</i> Britton & Rose, En Mex (Ch, Dg). Pz, Mm, Mr	<i>Setariopsis latiglumis</i> (Vasey) Scribn., En Mex. BP, BE, Pz
<i>Mammillaria grusonii</i> Runge, En Mex (Ch, Coa). BP, BE, Pz, Mm	<i>Sporobolus spiciformis</i> Swallen, En Mex (Ch, Coa). PH
<i>M. lindsayi</i> R.T. Craig, Pr , En Mex (Ch, Si), SBC, BP, BPE, BE, Pz	<i>Trinichloa laxa</i> Hitchc., P , En Mex (Ch), BP, BPE, BE, Pz
<i>M. seniles</i> G.Lodd. ex Salm-Dyck, Pr , En Mex, BP, BPE, BE, Pz, Mm	<i>Urochloa meziana</i> (Hitchc.) Morrone & Zuloaga, En Mex. BE, Pz, Mx
<i>Stenocactus multicostatus</i> (Hildm.) A. Berger ex A.W. Hill, En Mex (Ch, Coa, Dg). Pz, Mm	ZYGOPHYLLACEAE
<i>Thelocactus heterochromus</i> (F.A.C. Weber) Oosten, A , En Mex (Ch, Coa, Dg), Pz, Mm, Mr	<i>Fagonia scoparia</i> Brandege. En Mex (Ch, Coa, Dg). PH, Mm

ENSILAJE DE HÍBRIDOS DE SORGO FORRAJERO ADICIONADO CON GRANO DE MAÍZ MOLIDO Y MELAZA CON UREA Y SULFATO DE AMONIO

FORAGE SORGHUM HYBRIDS SILAGE ADDED WITH GROUND CORN GRAIN AND MOLASSES WITH UREA AND AMMONIUM SULFATE

Pablo Amín Ruiz Cruz¹ y José de J. Maldonado M.¹

¹*Campo Experimental Rosario Izapa-INIFAP*

Resumen

El objetivo de este trabajo de investigación fue determinar la calidad del ensilaje después de los 21 días de ser almacenado mediante un análisis bromatológico. El corte vegetativo se realizó en tres frecuencias 60, 80 y 100 días de crecimiento y se trituró en trozos de 1 a 3 cm de longitud, se depositó en bolsas de plástico y se compactó para eliminar el aire. Se utilizó un diseño completamente al azar con 18 tratamientos y dos repeticiones, los tratamientos fueron la combinación de las tres variedades y tres frecuencias de corte adicionados con maíz y melaza. Los datos se analizaron estadísticamente con la ayuda del programa SAS (ver. 8.0) para Windows. Los resultados indican que la cantidad de proteína y fibra en los tres híbridos de sorgo forrajero varía de acuerdo a la edad de la planta. Además la adición de grano de maíz molido incrementa el contenido de proteína hasta 12.1 % y la adición de melaza con urea y sulfato de amonio hasta en 15.7 % en el híbrido Pionnero ensilado a los 80 días. En general, los valores observados en la proteína, grasa se incrementaron de los 60 días a los 80 y 100 días se redujeron. Los valores de proteína, fueron mejores para el híbrido Pionnero y menores para Fortuna y Honey, respectivamente.

Palabras claves: Calidad de ensilaje, análisis bromatológico y frecuencia corte vegetativo.

Introducción

La ganadería que se desarrolla en los trópicos basa su alimentación en las especies forrajeras nativas e inducidas (Flores, 2004). El desarrollo de la ganadería implica también el de los pastizales, puesto que los pastos son el elemento más barato para alimentar a los animales. Sin embargo los periodos estacionales de las lluvias, es uno de los principales factores que desbalancean y limitan la producción ganaderas de estas regiones. Los animales como bovinos y ovinos son capaces de sintetizar compuestos de alta calidad alimenticia a partir de compuestos simples de los forrajes (Bareeba, 1992). En el Soconusco, Chiapas, se observa una baja producción de carne y leche así como bajos índices reproductivos, ya que los contenidos de nutrientes de los forrajes que se utilizan para la alimentación del ganado, están por debajo de la calidad nutritiva que requieren para la producción (Cigarroa, 1989).

El ensilaje es un método de conservación de los forrajes en estado verde. En donde la fermentación anaerobia de los carbohidratos contenidos en los forrajes verdes permite su conservación por tiempo indefinido (Flores, 1980).

Los pastos tropicales son factibles de ensilar y conservar la calidad para mantener las producciones de carne y leche. Sin embargo existen otras especies forrajeras de alto rendimiento

y calidad nutritiva los sorgos forrajeros que son evaluados por su comportamiento y calidad de ensilaje. Por ello el presente trabajo avalúo la calidad de ensilaje de tres híbridos de sorgo forrajero adicionado con grano de maíz molido, melaza con urea y sulfato de amonio.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus IV, de la Universidad Autónoma de Chiapas, en Huehuetán, Chiapas, México. Se localiza entre los paralelos de latitud Norte 15° 00' 26'' y 15° 00' 34'' y entre los meridianos de longitud Oeste 92° 23' 04'' y 92° 24' 44'' con respecto al meridiano de Greenwich y una altura de 35 msnm (Morgan, 1994). El clima según Koppen modificado por García (1973), es de tipo Am (w) ig. El suelo se clasifica como fluvisol eútrico (Morgan, 1986).

El diseño utilizado en campo fue bloques al azar con nueve tratamientos que fueron los híbridos de sorgo forrajero Fortuna, Honey y Pioneer cosechados cada 60, 80, y 100 días, con cuatro repeticiones. Cada bloque constó de 9 parcelas, de 4 m de largo por 3 m de ancho dejando una calle de 1 m y se subdividía en 4 surcos. Al momento del ensilaje, se utilizó el metro cuadrado para determinar la biomasa producida. Para la evaluación del ensilaje se utilizó un diseño completamente al azar con nueve tratamientos y dos repeticiones, tomando como unidad experimental una bolsa, dando un total de 18 unidades experimentales. La biomasa de cada tratamiento en campo se picó con una picadora estacionaria y se dividió en 2 partes iguales para adicionarle maíz molido en concentraciones de 1.5 kg por cada 100 kg de forraje verde y en la otra mitad se le adicionó la mezcla de 3 L de melaza, 1 kg de urea, 1 L de agua y ½ kg de sulfato de amonio para 100 kg de forraje verde, ensilando en bolsas de plástico con un peso de 37 kilos en promedio. Posteriormente se extrajeron muestras para determinar cada una de las variables a evaluar: rendimiento de biomasa y contenido de proteína (Tejada, 1992). Se realizó el análisis de varianza correspondiente, mediante el programa SAS (ver. 8.0) para Windows y la comparación de medias, por el método de Tukey (Steel y Torrie, 1981).

Resultados y Discusión

A los 100 días el mayor rendimiento correspondió al híbrido Pioneer con 31.2 t ha⁻¹, seguido de Fortuna con 30 t ha⁻¹ y finalmente con menor producción en el híbrido Honey con 28.1 t ha⁻¹. En el híbrido Pioneer en las tres fechas de corte su producción fue de forma creciente hasta los 100 días del último corte, sin embargo el segundo corte a los 80 días fue superado por el híbrido Fortuna mas sin embargo a los 100 días supero nuevamente a los híbridos Honey y Fortuna (Figura 1). Estos resultados son menores a los observados por (Jouli y Vargas 2003), que obtuvieron rendimientos arriba de las 40 t ha⁻¹. Sin embargo, (Vargas – Barahona, 1990) en Retalhuleu, Guatemala, cuando cosechó estos híbridos entre los 70 y 85 días obtuvo como promedio de forraje verde en el primer corte de 25 t ha⁻¹, con un contenido promedio de proteína de 9 %.

El contenido de proteína. Es el aporte de nitrógeno como parte muy importante de la nutrición de los rumiantes, para la síntesis de proteína microbiana. El nitrógeno puede ser de origen dietario, del nitrógeno no proteico (NNP) externo o del reciclaje del nitrógeno (A.F.R.C., 1991). La proteína microbiana formada en el rumen pasa hacia el intestino, representando el 70 al 90 % de nitrógeno no amoniacal que penetra al intestino (Van Soest, 1982). La proteína microbiana puede

afectarse por la cantidad de energía disponible para el crecimiento bacteriano (Church, 1988). Las fuentes de nitrógeno no proteico (NNP) más económicas, han sido la urea y el amoníaco, administrado en forrajes de baja calidad, así como el de origen endógeno, el cual es transferido hacia el rumen a través de la saliva. La adición de nitrógeno no proteico (NNP) en las dietas pobres en proteína como forrajes tropicales ha sido de gran importancia (Ferreiro y Preston, 1976; Montpellier y Preston, 1977; Meyreles *et. al.*, 1982).

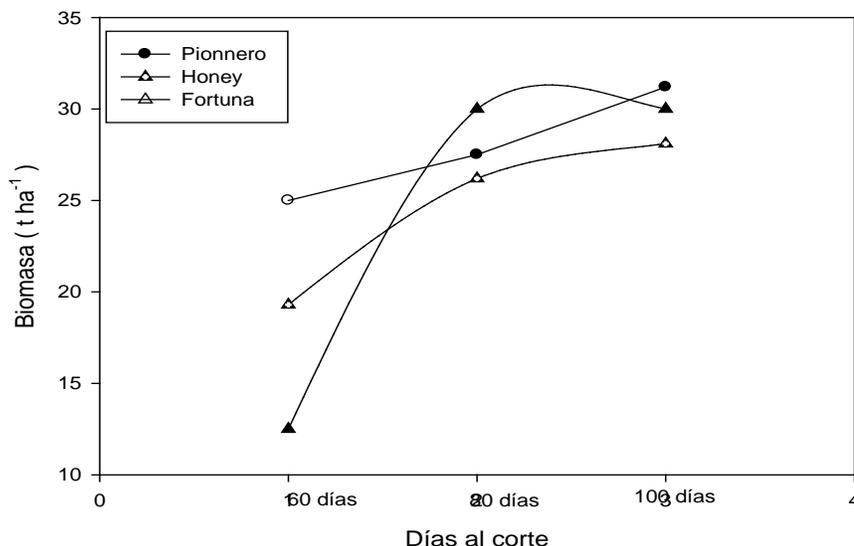


Figura 1. Producción de biomasa de tres sorgo forrajeros cortados a diferentes frecuencias.

La urea es el producto más viejo usado para mejorar los niveles proteicos en el ensilaje, en especial, cuando son de gramíneas como el maíz o el sorgo, los cuales se caracterizan por los bajos porcentajes proteicos en su biomasa. Estudios de Álvarez *et. al.*, (1976), adicionaron 1.0 kg/animal/ día de pulidora de arroz a 30 toros Cebú, con una dieta con caña de azúcar picada, adicionada con urea en tres concentraciones: A, B y C (100, 200 y 248 g) en una proporción de 50 mL/kg de caña fresca, obteniendo un incremento de ganancia de peso de 0.793, 0.796 y 0.833 kg/día respectivamente, demostrando la importancia de una fuente de almidón parcialmente protegida y proteína de sobrepaso en la suplementación de los animales con nitrógeno no proteico.

Cuando el sorgo forrajero se ensila de manera normal, sin agregar ningún aditivo, el efecto general que se observa es que el contenido de proteína disminuye de 9 a 6 % (De León *et al.*, 2004). Sin embargo, cuando se agrega urea al ensilaje, se descompone en amoníaco y dióxido de carbono en el silo. Posiblemente el NH₃, se combina con el ácido láctico y el acético formando sales. Cuando un rumiante ingiere ensilaje con estas sales, éstas aportan un compuesto (NH₃) muy demandado por los microorganismos del rumen (Casamiglia *et al.*, 2004). En numerosos trabajos experimentales, se ha logrado elevar en varios puntos el contenido proteico del ensilaje usando entre 15 a 25 kg de urea por t de material y se ha observado además un aumento de 25 % (40.1 vs 50.1 %) en la digestibilidad de la materia seca de la dieta y de 13 % en la de materia orgánica (52.8 VS 59.7 %), superando en 20 % la de materia orgánica de la paja de arroz como

tal (44.1 VS 52.0 %) (Jayasuriya y Perera, 1982). Por otro lado, Dube *et al.*, (1995) encontraron un aumento del 24 y 31 % en la digestibilidad de la materia seca de paja de arroz como resultado del tratamiento con 3 y 5 % de urea.

Como podemos observar en el caso del sorgo híbrido Pionnero, en el corte realizado a los 60 días, al adicionarle melaza más urea y sulfato de amonio, el porcentaje de proteína fue de 15.7, mayor ($P < 0.05$) con respecto a los demás híbridos, Fortuna y Honey que tuvieron 12.7 y 10.9 % de proteína cruda. A los 80 días se observó el mismo efecto; el híbrido Pionnero también obtuvo el nivel más alto ($P < 0.05$) de proteína (15.7 % de proteína cruda), seguido de Fortuna y Honey (12.1 y 11.5 % de proteína cruda), a los 100 días el porcentaje fue menor (12.7, 11.5 y 11.5 % de proteína cruda respectivamente).

En general, cuando se adicionó melaza, urea y sulfato de amonio en el ensilado a los 60 días de corte se obtuvo un mayor ($P < 0.05$) nivel de proteína de 12.3 % de proteína cruda (Cuadro 1). Apreciando la peor respuesta a los 100 días (11.5 % de proteína cruda). Cuando se adicionó maíz al ensilaje, no hubo variación en el contenido de proteína en los cortes hechos a los 60, 80 y 100 días.

Con respecto al porcentaje de proteína cuando se adicionó maíz, las tendencias fueron inversas que cuando se adicionó melaza, en el corte realizado a los 60 días se apreció que el híbrido Pionnero tuvo el mayor contenido de proteína (13.3 % proteína cruda) que los híbridos Fortuna y Honey (9.0 y 12.7 %). Sin embargo, en el corte hecho a los 80 días el híbrido Pionnero redujo su contenido de proteína a 9.0 % de proteína cruda, el híbrido Honey obtuvo el 11.5 % de proteína cruda y Fortuna 10.9. A los 100 días el híbrido Pionnero redujo ($P < 0.05$) aun más su contenido de proteína a 7.2 % de PC y los híbridos Honey y Fortuna obtuvieron el 11.5 y 9.0 % de proteína cruda.

Cuadro 1.- Contenido de proteína de tres sorgos forrajeros adicionados con maíz molido y melaza.

Tratamientos	Contenido de proteína a los 60 días (%)		Contenido de proteína a los 80 días (%)		Contenido de proteína a los 100 días (%)	
	Maiz	Melaza	Maiz	Melaza	Maiz	Melaza
Fortuna	9	12.7	10.9	11.5	9	11.5
Honey	12.1	10.9	9	12.1	7.2	11.5
Pionnero	13.3	15.7	11.5	15.7	11.5	12.7

Conclusiones

- 1.- La cantidad de proteína en los tres híbridos de sorgo forrajero varía de acuerdo a la edad de la planta y a la época de corte.
- 2.- La adición de grano de maíz molido incrementa el contenido de proteína hasta 12.1% y la adición de melaza con urea y sulfato de amonio hasta en 15.7 % en el híbrido Pionero ensilado a los 80 días.
3. En general, los valores observados en proteína, incrementaron de los 60 a los 80 días y a los 100 días se redujeron.

4. Los valores de proteína, fueron mejores para el híbrido Pionero y menores para Fortuna y Honey, respectivamente.

Literatura Citada

- A.F.R.C., 1991. Voluntary intake of cattle. A.F.R.C. technical committee on response to nutrients, report N° 8. Nutrition, Abstracts and Reviews, B61, 815- 823
- Alvarez F.J. 1976 y Preston T.R. Comportamiento de ganado de engorde en raciones de caña de azúcar madura e inmadura. *Producción Animal Tropical* 1:108–115.
- Bareeba, F.B. 1992. Forage conservation and utilisation. *Nomadic Peoples*, 31: 91-96.
- Calsamiglia, S., Ferret, A y Bach, A. 2004. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. I. FORRAJES. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 42 pp.
- Cigarroa, A. A.; Aguirre, M. J. F. Palomo, S. J. y Román, M. A. 1989. Tecnología forrajera ganadera por el INIFAP. CIFAP. CHIAPAS. CECOCH. Folleto para productores. N. 2. Escuintla Chiapas. México. Pp. 13-17.
- Church, C. D. 1988. *El Rumiante Fisiología Digestiva y Nutrición*. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 641 p.
- De León, M., Giménez R. y Brunetti, M. A. 2004. Proyecto Regional de Ganadería, Producción de Carne Bovina, INTA E.E.A Manfredi Boletín Técnico, *Producción Animal*, 2(3). Trabajo presentado al 27° Congreso Argentino de producción Animal. Tandil (Bs. As.) 20 al 22 de octubre de 2004. Publicado en *Revista Argentina de Producción Animal* 24(Supl. 1):16-17.
- Dube, D.M.J. 1995. The role of high quality dry season forage from mixed crop silage in the smallholder dairy sector of Zimbabwe: a Dairy Development Programme perspective. In: *Proc. Workshop on Forage conservation for dry season feeding of livestock in Sub-Saharan Africa*. Rockefeller Foundation. University of Zimbabwe, Harare, August 1995
- Ferreiro, H. M. and Preston, T. R. 1976. Fattening cattle with sugar cane: The effect of different proportions of stalks and tops. *Trop. Anim. Prod.* 1:178-185.
- Flores, M. J. 1980. *Bromatología Animal*. 2da. Ed. Edit. UNAM. México. Pp. 323,741
- Flores, G., 2004. Factores que afectan a la calidad del ensilaje de hierba y a la planta de maíz forrajero en Galicia y evaluación de métodos de laboratorio para la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de estos forrajes ensilados. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. 318 pp.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen (para adaptarlo a las condiciones de la republica Mexicana). Edit. UNAM. México. D. F. Pp. 1-12.
- Jayasuriya, M.C.N. and Perera, G.D. 1982. Urea-ammonia treatment of rice straw to improve its nutritive value for ruminants. *Agric. Wastes*. 4:143-150.
- Jouli R. R. y Vargas L. J. 2003. MAÍZ Y SORGO PARA SILAJE. Ensayos comparativos de rendimiento y calidad de forraje. [en línea] [consulta : 01 julio 2008]
- Meyreles, L. Pound, B. y Preston, P. T. 1982. Uso de Leucaena o cogollo de caña como fuente de forraje en dietas de melaza/urea, suplementadas con gallinaza y/o afrecho de trigo. *Prod. Anim. Trop.* 7:98-103.
- Montpellier, F. A. y Preston, R. T. 1977. Digestibilidad de punta de corteza, tallo descortezado y caña de azúcar integral. *Prod. Anim. Trop.* 2:13-17.
- Morgan, R. P. C., 1986. *Soil erosion and conservation*. Longman Ltd. 298 p.
- Statistical Analysis System (SAS ver. 8 para Windows). 2011. *SAS User's guide: basics and Statistics*. SAS Institute, Cary, N. Y.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1981. *Principles and procedures of statistics. A biometrical approach*. 2a. ed. Singapore McGraw-Hill International Book Co. 633.
- Tejada, H. I. 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. *Sistemas de educación continua en producción animal*, A. C. México, D. F. 397 p.
- Van Soest, P. J. 1982. *Nutritional ecology of ruminant*. O. B. Books. Inc. Corvallis. O, R. 467 p.
- Vargas-Barahona, H.E. (1990). *El Ensilaje: Una Alternativa para Alimentación del Ganado Bovino en Epoca Seca*. Documento presentado en el II Congreso Nacional de la Carne y la Leche. Retalhuleu, Guatemala.

**ESTABLECIMIENTO DE UN BANCO DE AGUA Y ENERGIA A TRAVÉS DEL
MANEJO INTENSIVO DE *Opuntia ficus indica* var. *Copena* F1 BAJO CONDICIONES
MARGINALES EN VILLA DE COSS, ZACATECAS, MEXICO**

**STABLISHMENT OF AN ENERGY BANK THROUGH INTENSIVE PLANTING OF
Opuntia ficus indica var. *Copena* F1 CACTI, UNDER MARGINAL CONDITIONS AT
VILLA DE COS, ZACATECAS, MEXICO**

Eduardo J. Ruiz¹ y Daniel Rodríguez¹

¹ Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U. A. Z. E-mail: halcón58@hotmail.com

Resumen

El nopal forrajero (*Opuntia ficus indica* var. *Copena* F1) ofrece una alternativa de producción sostenida para rumiantes aún en períodos de sequía prolongada. Basado en anterior, se desarrolló una prueba en el año 2001 el Rancho Experimental “El Halcón” en el Municipio de Villa de Coss, Zac., con el objetivo de evaluar el nivel de producción de fitomasa por planta, así como el diámetro promedio de los brotes maduros a lo largo de 10 años en un suelo marginal, donde se estableció Nopal Forrajero (*O. ficus indica*, var. *Copena* F1) bajo temporal y con diferentes densidades de plantación, utilizando cladodios de un año de edad, establecidos con ayuda de manejo superficial del suelo y aplicación de abonos orgánicos bajo tres densidades de plantación a) 5 plantas/m²; b) 15 plantas/m², y c) 25 plantas/m² bajo un diseño estadístico completamente al azar. Así, las evaluaciones se llevaron a cabo al final de cada temporada de crecimiento (octubre) muestreando el tercer piso de brotación. Una vez llevada a cabo dicha estimación, se determinó que la densidad “C” (25 plantas/m²), con una media anual para los diez años por planta de 6.02 k/planta y ambos tratamientos mostraron diferencia significativa entre sí (P < .05), en contraparte con los resultados de la variable de diámetro de cladodios, los cuales demuestran que no existió diferencia significativa entre tratamientos (P > .05). Finalmente, se concluye que en base a los resultados obtenidos es posible desarrollar bancos de energía en sitios marginales que ofrezcan una opción viable para la producción pecuaria aún en años de sequía extrema.

Palabras clave: Nopal, forraje, agua, sequía, rumiantes.

Introducción

Históricamente, la región Norte del País ha sido caracterizada por presentar regímenes de precipitación poco favorables para la actividad pecuaria, a su vez, los sistemas de producción forrajera se habían aplicado con un enfoque extensivo (Ruiz, *et. al.*, 2007), caracterizándose por un bajo rendimiento por unidad de superficie manejada, lo cual obliga a los tecnólogos a desarrollar métodos de producción basados en una alta eficiencia de recursos tanto genéticos como edáficos e hídricos encaminados a elevar la producción de alimentos (Nobel, 1995). Dado lo anterior, algunas especies del género *Opuntia* se visualizan como alternativa viable de producción forrajera (López *et. al.*, 2001) a través del establecimiento de bancos de forraje manejados bajo temporal y aplicando técnicas de manejo superficial del suelo a fin de optimizar el aprovechamiento de los nutrientes existentes en el suelo (Gutiérrez, 1995), así como aquellos adicionados a través de la incorporación de materia orgánica a éste (Flores, 2002). A su vez, las

especies del género en cuestión representan una fuente altamente disponible tanto de forraje (Acevedo *et. al.* 1983) como de agua para épocas de escasez (Mulas and Mulas, 2004), a través de las cuales pueden establecerse bancos de recursos altamente disponibles para las explotaciones mencionadas en períodos de escasez (López *et. al.*, 2001).

OBJETIVO. A través del presente trabajo, se pretende poner de manifiesto la importancia de los bancos de forraje y agua a través del establecimiento de *O. ficus indica* var. Copena F1 como una opción viable de producción sostenida bajo condiciones desérticas.

HIPOTESIS

Ho 1: A mayor densidad de plantación por metro cuadrado, menor producción de materia fresca por hectárea.

Ho 2: A mayor densidad de plantación por metro cuadrado, menor diámetro de cladodios por planta.

Materiales y Métodos

Ubicación geográfica:

El presente trabajo se desarrolló en el El Rancho Experimental “El Halcón” ubicado en la parte Noreste del estado de Zacatecas, en el Municipio de Villa de Coss, en las coordenadas geográficas 23° 27’ 36” L N y 102° 10’ 14” L O, a una altitud de 1975 msnm (Google Earth, 2011) perteneciente a la provincia biótica del Desierto Chihuahuense (Dice 1945).

Características del área experimental.

Descripción del ecosistema: El ecosistema en cuestión se caracteriza por ser un área sobre pastoreada debido al manejo a que ha sido sometido a lo largo de las últimas décadas, mostrando una alta presencia de especies arbustivas y en menor grado de herbáceas de crecimiento perenne. La vegetación que se encuentra presente es del tipo “Matorral Desértico Micrófilo” (COTECOCA, 1982), coexistiendo las especies *Prosopis glandulosa* var. *torreyana*, *Parthenium incanum*, *Acacia constricta.*, *Larrea tridentata*, *Opuntia leucotricha*, *O. rastrara*, *O. robusta*, *O. cantabrigensis*, *O. leptocaulis*, *O. lindheimeri*, *Lycium berlandieri*, entre las cuales coexisten algunas gramíneas nativas tales como *Setaria geniculata*, *S. grisebachii*, *Leptochloa dubia*, *Aristida adsenscionis*, *Eragrostis mexicana*, *E. barrelieri*, *Buchloe dactyloides*.

Suelo: El suelo se clasifica como “franco arenoso”, éste muestra una capa arable poco profunda, una vez que se sobrepasa el perfil A, se encuentra la roca madre. La tonalidad del mismo varía de café claro a café oscuro, el cual no presenta problemas de drenaje. La pendiente es muy ligera, fluctuando de 0.5 a 0.75 por ciento.

Germoplasma: Se utilizaron materiales (raquetas) de aproximadamente 35 cm de diámetro y un año de edad de la especie *O. ficus Indica* var. Copena F1, aparentemente sanas.

Diseño experimental: Para nuestro estudio, se llevó a cabo la aplicación de un diseño completamente al azar con 5 repeticiones.

Variables de estudio: 1.- Diámetro promedio de los cladodios maduros; 2.- Peso total de forraje verde por planta.

Análisis de datos: La información obtenida fue analizada a través del programa Mini-tab versión 14.



Fig.:1 Imagen de la parcela experimental al final del segundo año de haber sido establecida.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos a través del presente trabajo se presentan a continuación:

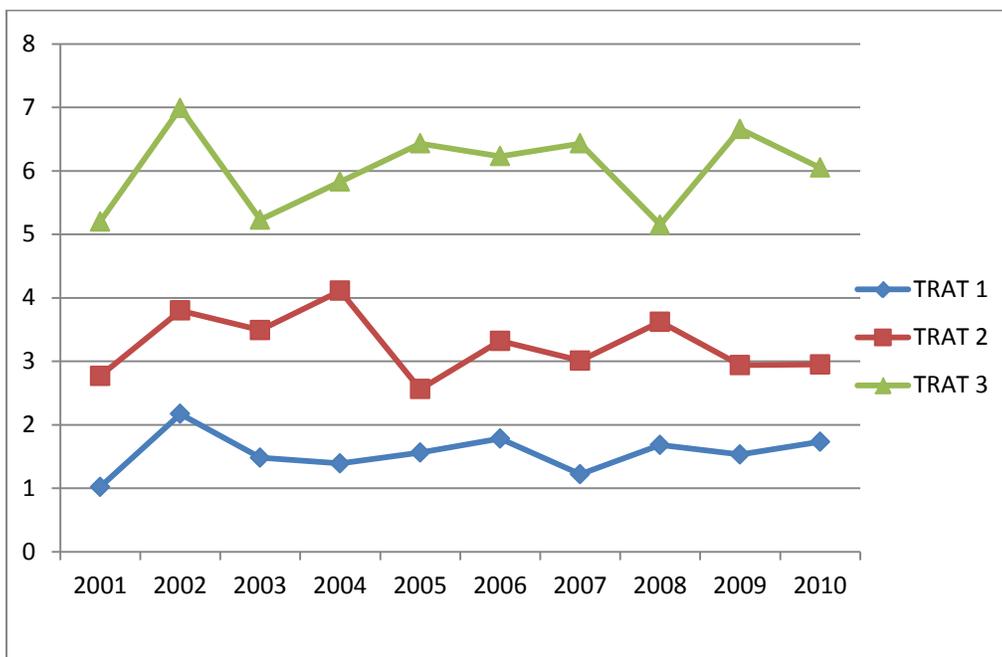


Fig. 2: Tendencia de la producción de fitomasa a lo largo del período de estudio.

Tabla 1: Producción promedio de forraje verde expresada en k/planta.

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Trat.											
1	1.02	2.17	1.48	1.39	1.56	1.78	1.22	1.68	1.53	1.73	1.55
2	2.77	3.04	3.49	4.11	2.56	3.32	3.01	3.62	2.94	3.12	3.25
3	5.20	6.99	5.23	5.83	6.43	6.23	6.43	5.15	6.66	6.05	6.02

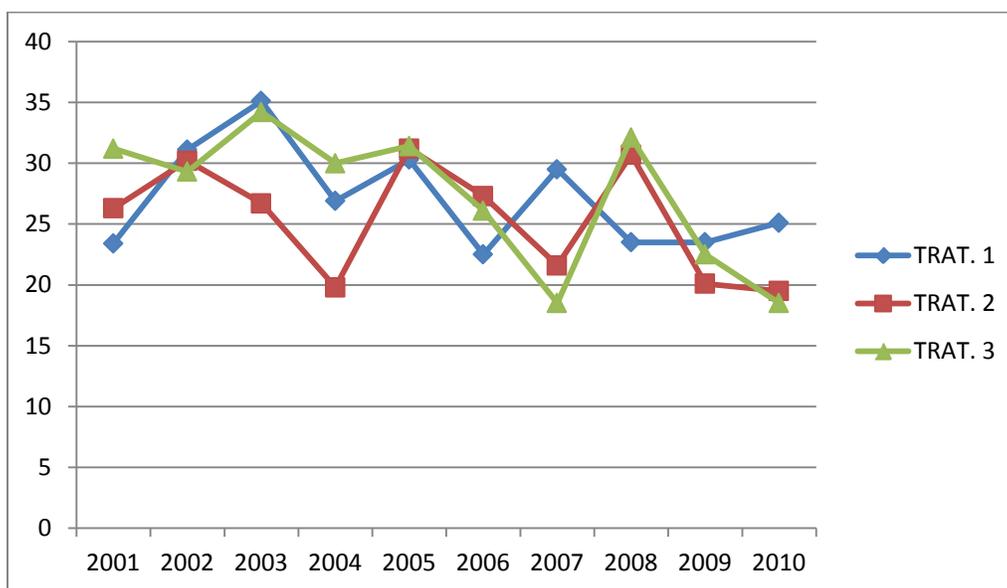


Fig. 3: Representación de la tendencia del diámetro de brotes maduros a lo largo del período de estudio.

Para el caso de la producción de forraje verde, se observan valores relevantes, en los años 2002, 2004 y, 2005 a 2007, sobretodo en el caso del tratamiento con alta densidad (C). A su vez, se asume que dichos incrementos corresponden a las variaciones en la precipitación lluvia durante esos años.

Tabla 2: Diámetro de brotes maduros promedio, expresado en cm/cladodio.

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Trat.											
1	23.4	31.1	35.1	26.9	30.3	22.5	29.5	23.5	23.5	33.6	27.10
2	26.3	30.2	26.7	19.8	31.2	27.3	21.6	30.7	20.1	19.5	25.34
3	31.2	29.3	34.2	30.0	31.4	26.1	18.5	32.1	22.5	30.4	27.38

Para el caso del diámetro de brotes maduros, se observan valores relevantes, sobre todo para los años con mayor precipitación en el sitio (2002, 2005, 2008 y 2010), la cual estimuló un mayor

desarrollo durante la etapa de crecimiento, sin embargo al final del período de estudio se presenta un decremento marcado para ambos tratamientos posiblemente estimulado por la edad de los individuos en estudio.

Conclusiones

- 1.- El incremento en la densidad de plantación no afectó significativamente la producción de forraje verde ni el desarrollo de los cladodios en las parcelas de estudio.
- 2.- El sistema de plantación aplicado en el presente estudio ofrece resultados interesantes para ser transferidos a sitios con características similares.
- 3.- Una vez finalizado el presente estudio, se concluye que la especie forrajera *O. ficus indica* var. *Copena* F1 es una opción viable para la explotación de bovinos en sistema extensivo así como estabulado a través del establecimiento de bancos de forraje con alta densidad de plantación por unidad de superficie, representando a la vez una fuente importante de agua para rumiantes en producción aun bajo condiciones de secano.

Literatura Citada

- Acevedo, E.; I. Badilla and P. S. Nobel. 1983. Water Relations, Diurnal Acidity Changes, and Productivity of a Cultivated Cactus, *Opuntia ficus-indica*. Plant Physiol. 72: 775-780.
- Bravo, H.H. 1987. Las cactáceas de México. Vol. 1 2ª. ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 743 p.
- Flores, V. C. A. 2002. El nopal y la lucha contra la desertificación. Reporte de investigación 59. CIESTAAM-Universidad Autónoma Chapingo, México. 39 p.
- López, G. J.J.; Fuentes, R., J.M. and Rodríguez, R. A. 2001. Production and use of opuntia as forage in northern Mexico. En Mondragón-Jacobo, C. y Pérez-González, S. (Editores). Cactus (*Opuntia spp.*) as forage. FAO Plant Production and Protection Paper 169, pp 29-36.
- Mulas, M. and Mulas G. 2004. the strategic use of *atriplex* and *opuntia* to combat desertification. Short and Medium-Term Priority Environmental Action Programme (SMAP). Desertification Research Group. University of Sassari. Italy. 101 p.
- Gutiérrez, A.F. 1990a. Evaluación de ocho copenas de nopal en el Campo Auxiliar Sandoval, Ags. Memorias. El nopal su conocimiento y aprovechamiento, 3ª. Reunión Nacional y 1ª. Reunión Internacional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México. pp. 253-258.
- Ruiz, F. E. J.; Valdez, C.; Pérez, R. L Rodríguez T., D. and Magallanes Q. 2007. Strategies for Re-vegetation of Degraded Arid Rangelands in Zacatecas, México International Journal of Agriculture and Biology.

STRATEGIES FOR REVEGETATING DEGRADED ARID RANGELANDS IN ZACATECAS, MÉXICO

ESTRATEGIAS PARA LA REVEGETACION DE PASTIZALES ARIDOS DEGRADADOS EN ZACATECAS, MEXICO

Eduardo J. Ruiz-Fernández¹, Ricardo D. Valdez-Cepeda^{2, 3}, Luis Pérez-Romero, Daniel Rodríguez-Tenorio¹ and Rafael Magallanes-Quintanar⁴

¹Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. El Cordobel, Enrique Estrada. Apdo. Postal 11, CP 98500, Calera de V.R., Zacatecas, México.

²Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte. Apdo. Postal 196, CP 98001. Zacatecas, Zac. México.

⁴Universidad Autónoma Agraria 'Antonio Narro'. División de Ciencia Animal. Departamento de Recursos Naturales Renovables. CP 25315, Buenavista, Saltillo, Coah., México.

⁵Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Ingeniería. Cuerpo Académico de Sistemas Complejos. Ave. R. López Velarde 801, CP 98060. Zacatecas, Zac., México.
Corresponding author's e-mail: vacrida@hotmail.com

Abstract

Seed bed conditions play an important role in revegetation of degraded arid rangelands as a result of the effects and complex relationships they have on the germination and growth of foraging plants. The aim of this research work was to analyze a two years behavior of grasses on a degraded arid rangeland under the hypothesis that type of seedbed could be favoring the recovery (revegetation) of the rangeland by means of increasing quantity of vegetation cover, density of perennial and annual plants, forage production, and yearly relative revegetation rate. The experiment was conducted during two years (1999 and 2000) on a field where six treatments were randomized distributed in four blocks. Animal trampling and sowing *Bouteloua curtipendula* and *B. gracilis* seeds (8 Kg seed of each species ha⁻¹) plus mulching by maintaining a substantial amount of plant residues (branches of native brushes: *L. tridentata*, *A. constricta* and *M. biuncifera*) treatment was the best strategy for revegetation and establishment of *B. curtipendula* and *B. gracilis* in degraded arid rangelands under no grazing conditions. Modification of seedbed through treatments as applied to this degraded arid rangeland might not increase forage production enough to justify these strategies when conditions of extreme drought (i.e. rainfall of 76 mm in 1999) are encountered.

Key Words: animal trampling, mulching, grass seeding, vegetative cover, forage production, principal components analysis.

Resumen

Las condiciones de la cama de siembra juegan un papel importante en la revegetación de pastizales áridos como resultado de las relaciones complejas que ellos tienen sobre la germinación y crecimiento de plantas forrajeras. El presente trabajo se desarrolló para el comportamiento de zacates durante dos años en un pastizal árido degradado bajo la hipótesis de que el tipo de cama de siembra puede favorecer la recuperación (revegetación) de los pastizales bajo el principio del incremento de la cobertura vegetal, densidad de plantas perennes y anuales, producción de forraje y tasa relativa de revegetación. Así, el experimento fue desarrollado durante dos años (1999 and 2000) sobre un campo en el cual seis tratamientos fueron distribuidos

al azar en cuatro bloques. El pisoteo animal y resiembra de semilla de *Bouteloua curtipendula* y *B. gracilis* (8 kg de semilla de cada especie ha⁻¹) más acolchados para mantener una cantidad sustancial de residuos de plantas (ramas de arbustos nativos: *L. tridentata*, *A. constricta* and *M. biuncifera*), resultó como la mejor estrategia para la revegetación y establecimiento de *B. curtipendula* end *B. gracilis* en el pastizal degradado bajo condiciones de no pastoreo. La modificación de la cama de siembra a través de los tratamientos aplicados para este tipo de pastizal degradado pueden no incrementar la producción de forraje suficientemente para justificar esas estrategias cuando las condiciones de sequía extrema (p. e. lluvia de 76 mm en 1999) ocurren.

Palabras clave: pisoteo animal, acolchados, semilla de zacate, cobertura vegetal, producción forrajera, análisis de componentes principales.

Introduction

One half of the earth's land surface is arid or semi-arid in climate with dry-lands occurring on all continents. Human populations and the intensity of development are increasing rapidly in many of these regions, placing more demands on goods and services and changing the way that people interact with the unique diversity of desert systems. Past management actions and climatic fluctuations have caused degradation or desertification of many of these rangelands. One sixth of the world's population is affected by desertification and 73% of dry-lands in North America are degraded (UNEP, 1992). (Schlesinger *et al.*, 1990; Herrick *et al.*, 1997; Havstad *et al.*, 2000). In México, semi and arid rangelands throughout the 'Chihuahua desert' provide forage for livestock production, habitat for native flora and fauna, watersheds for rural agriculture and urban uses, invasion sites for exotic species, sources of non-renewable minerals, open areas for recreation, and biochemical systems that globally interact with other terrestrial and atmospheric systems (Bravo-Espinoza *et al.*, 2006), excessive grazing pressure by domestic herbivores, in particular cattle during the last four decades. We carried out a field essay with the aim of analyzing a two years behavior of native grass on a degraded arid rangeland under the hypothesis that type of seedbed could be favoring the recovery (revegetation) of the rangeland by means of increasing quantity of vegetation cover, density of perennial and annual plants, forage production, and yearly relative revegetation rate.

Materials and methods

Description of the experimental site: The experimental plot is located into the 'Chihuahua Desert Biotic Province' (Dice, 1945), at the northeast of Zacatecas state within of the 'Villa de Cos' municipality, near to kilometer 80.5 of the federal road from Zacatecas city to Saltillo city. It is within 'El Halcón' Ranch. The plot mean altitude is 2050 msnm (CNA, 2000). The vegetation community displays species such as *Larrea tridentata*, *Acacia constricta*, and *Mimosa biuncifera*, among others. Then, the vegetation is classified as desert xerophytic shrub (COTECOCA, 1982). The soil texture is sandy loam, and soil is classified as 'xerosol'. Climate is classified as BW (Köppen, 1962). The annual mean of temperature is 17.5°C, and the long-term (1960-2000) yearly mean of precipitation is 357.8 mm, being February the driest month and June the moistest one (CNA, 2000). The 'Villa de Cos' meteorological station registered annual rainfall was of 76 and 134 mm for 1999 and 2000, respectively. It means that annual precipitation in our study was below the long-term average for both years.

Experimental design and data

After selection of the experimental plot, six treatments were chosen and randomly distributed in the field inside four consecutive blocks separated each from other by 100 m. Applied treatments or strategies with the aim of modify soil physical properties (seedbed) playing an important role in the establishment and growth of rangeland plants (Chaichi *et al.*, 2005) are the following:

1. TE=Traditional exclusion
2. S=Conventional seedling. (surface tillage passing an agricultural tool with discs).
3. M=Mulching (plant residues branches of native brushes).
4. HD=Handling disturbance (disturbing surface soil using a pick).
5. AT=Animal trampling and seedling (seed manually dispersed; afterward, one 400 kg weighted-cow was introduced)
6. AT+M=Animal trampling and seedling plus mulching. This treatment was the sum of actions involved in treatments 3 and 5.

On 7th, May, 1999, all treatments were applied in 25 m² (5 x 5 m) experimental units. The experiment plot was maintained with no animal grazing during the two years of the study. On 25th, November, 1999 and 2000, field work was realized in order to obtain data for the following variables:

1. VC=Vegetation cover (expressed in percentage (%)).
2. TDP=Total density of plants. (number of plants per squared meter (Plants m⁻²)).
3. FP=Total production of forage. (g DM m⁻²).
4. TDPP=Total density of perennial plants. It identifies the number of perennial plants per squared meter (Plants m⁻²).
5. TDAP=Total density of annual plants. It denotes the number of annual plants per squared meter (Plants m⁻²).
6. YRRR=Yearly relative revegetation rate. It means the percentage of increasing vegetation cover at yearly level (%).

Data Analysis

Analyses of variance: An analysis of variance was performed for each of six measured variables in years, 1999 and 2000. To test significant difference among their means, least squared difference procedure (p=0.05) was considered.

Principal components analysis: PCA was performed using Multi-Variate Statistical Package, version 3.12 (Kovach Computing Services, 2001). In the analysis, the means of all six treatments were used to compute a correlation matrix from which standardized PC loadings and scores were extracted. Interpretation of the PC's was aided by inspection of the factor loading matrix. This is a matrix of correlations or loadings between the PC's and the original variables values. The correlations between some of the variables and the components generally became high or low; the interpretation of the PC's could be then easier.

Results and Discussion

Analyses of variance: Treatments had no statistically different impact on vegetation cover for 1999, while for 2000 there were significant differences among treatments (Table I). These results could be

attributed to the extreme below-average annual precipitation (76 versus 357.8 mm) in 1999, and the possibility of inadequate levels soil water availability and, therefore, plant growth (Pease et al., 2006). However, in 2000, AT+M and S treatments promoted the vegetation cover in a better way than all other four treatments; for instance, three-fold and two-fold of TE strategy, respectively, although rainfall (134 mm) for that year was also below-average annual precipitation (357.8 mm).

There were statistical differences among treatments for TDP in both years, and between years for S, HD and AT+M strategies (Table I). It is remarkable that AT+M effect (33 and 78 % in Table I) on this variable was better than those from other treatments in both years. Additionally, it is interesting to point out that AT had minimum effects on TDP, which is appreciated by means of the lowest value for each of both years (23 and 49 % for 1999 and 2000, respectively). Forage production was not statistically different among treatments, as applied in arid rangelands, nor between years due probably to rainfall was critically below-average annual precipitation as can be appreciated by analyzing FP-1999 and FP-2000 in Table I. YRRR also showed statistical different treatment means conforming clusters of treatments, being remarkable AT+M strategy was the best treatment for rangeland revegetation in both years (Table I). TE, AT+M, and S effects were statistically different between years (Table I).

Principal components analysis: From the PCA, it was considered that the first two PC's were sufficient to summarize the variation of the original data. They accounted for 86.5 % of the variance for means of six variables measured over two years (1999 and 2000): PC1, 74 %; and PC2, 12 % (Table II). Therefore, only 13.5 % of total variation remains unexplained by this two PC's. When the first two PC's account for a high percentage of the total variation, as in the present study case, a plot of PC1 versus PC2 can be a useful way of looking for clusters. Initial examination of that plot suggests an obvious pattern. There is a visual indication of the relationships among all the six treatments and six variables measured in both years. All variables, excepting FP-1999 and TDPP-1999, are positively correlated with AT+M treatment on the right region of the orthogonal plane defined by the two first PC's.

Table I. Principal components analysis variables' loadings.

Variable and year	PC1	PC2
VC-1999	0.326	-0.015
VC-2000	0.313	0.145
TDP-1999	0.318	0.093
TDP-2000	0.321	-0.156
FP-1999	-0.056	0.640
FP-2000	0.299	0.190
TDPP-1999	0.184	-0.566
TDPP-2000	0.286	-0.154
TDAP-1999	0.291	0.319
TDAP-2000	0.307	-0.121
YRRR-1999	0.332	-0.027
YRRR-2000	0.308	0.199

Conclusions

Animal trampling and sowing *Bouteloua curtipendula* and *B. gracilis* seeds (8 Kg seed of each species ha⁻¹) plus mulching by maintaining a substantial amount of plant residues (branches of

native brushes: *L. tridentata*, *A. constricta* and *M. biuncifera*) treatment was the best strategy for revegetation and establishment of *B. curtipendula* and *B. gracilis* in degraded arid rangelands under no grazing conditions. This animal trampling and sowing plus mulching strategy positive effect was also elucidated by means of increases of vegetation cover, total density of plants, forage production, total density of annual plants, and yearly relative vegetation rate from an extreme severe dry year (1999 with 76 mm of rainfall) to a year (2000) with below-average annual precipitation (137 versus 357.8 mm).

Finally, we recommend degraded arid rangelands be totally prohibited from grazing livestock long enough for plants to become well established and reproduced through improving revegetation by means of animal trampling and sowing *Bouteloua curtipendula* and *B. gracilis* seeds (8 Kg seed of each species ha⁻¹) plus mulching by maintaining a substantial amount of plant residues (branches of native brushes: *L. tridentata*, *A. constricta* and *M. biuncifera*).

Literature Cited

- Bravo-Espinoza, M., L.E. Fragoso-Tirado, L.E. Medina-Orozco, 2006. Parámetros de erosionabilidad del modelo WEEP para andosoles con uso pecuario en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Técnica Pecuaria en México 44(1): 129-141.
- Chaichi, M.R., M.M. Saravi, and A. Malekian, 2005. Effects of livestock trampling on soil physical properties and vegetation cover (Case study: Lar Rangeland, Iran). Int. J. Agri. Biol. 7(6): 904-908.
- Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA), 1982. Monografías Estatales de Coeficientes de Agostadero. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México, D.F.
- Comisión Nacional de Agua (CNA), 2000. Reporte de la estación climatológica Villa de Cos, Zac. Comisión Nacional de Agua, Guadalupe, Zacatecas, México.
- Dice, L.R., 1945. The Biotic Provinces of North America. Ann Arbor, University of Michigan Press. USA. pp. 58-60.
- Havstad, K.M., W.P. Kustas, A. Rango, J.C. Ritchie, and T.J. Schmutge, 2000. Jornada Experimental Range: A unique arid land location for experiments to validate satellite systems. Remote Sensing of Environment 74(1): 13-25.
- Herrick, J.E., K.M. Havstad, and D.P. Coffin, 1997. Rethinking remediation technologies for desertified landscapes. J. Soil Water Conser. 52: 220-225.
- Köeppen, W., 1962. Climatología. Editorial Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 166 p. Kovach Computing Services, 2001. Multi-Variate Statistical Package, version 3.12. Anglesey, Wales, UK.
- Schlesinger, W.H., J.F. Reynolds, G.L. Cunningham, L. Huenneke, W.M., Jarrell, R.A. Virginia, and W.G. Whitford, 1990. Biological feedbacks in global desertification. Science 247: 1043-1048.
- Valdez-Cepeda, R.D., C. Gallegos-Vázquez, and F. Blanco-Macías, 1996. Clasificación numérica de *Opuntia* spp. mediante características de su fruto. Rev. Geografía Agrícola 22-23: 287 - 293.

ANALYSIS OF DIVERSITY IN A RESTORED RANGELAND WITH GRASSLANDS RESTORING MODIFIED ROLLER AT VILLA DE COS, ZACATECAS, MEXICO

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD EN UN PASTIZAL RESTAURADO CON RODILLO REHABILITADOR DE PASTIZALES MODIFICADO, EN VILLA DE COS, ZACATECAS, MEXICO

Eduardo J. Ruiz¹, Javier Jiménez¹, Marisela Pando¹, Eduardo J. Treviño¹, Oscar A. Aguirre¹, Ricardo D. Valdez²

¹Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. Carretera Nacional Linares – Cd. Victoria, Km. 145. Linares, Nuevo León, México.

²Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte. Apdo. Postal 196, CP 98001. Zacatecas, Zac. México. Corresponding author's e-mail: halcon58@hotmail.com

Abstract

In the present work we present the results obtained about characterizing of nature community restored and the changes of their populations, dominated by woody xerophitic species ubicated in an arid ecosystem at Chihuahuan Desert province. So we was analizing the mean characteristics related with the Importance value of the species and inter-specific relationship on the shrubland community mentioned that was managed below effect of T 1.- Application of grasslands restoring modified roller with temporary grazing; and, T 2.- Temporary grazing about ten years. So, we will identify the ecological change determining Importance Value (I. V.), it's based on Relative Abundance (*Ra*: number of individuals by specie), Relative Frequency (*Rf*: number of individuals by number of observations maked) and Relative Dominance (*Rd*: aerial coverage percentage) too we was assessing the species assemblage altoug the Species Mix, to characterizing the present state that keep the species that live in this ecosystem actually. So, helped by the monitoring of the community studied, we was finding that the treated area with modifficated grasslands rehabilitate roller and control plot not presented significance difference ($P > .05$) to shrub strate for treatments, but the species comparison was determining that *Jatropha dioica* has significance difference with the rest of species. About the Importance Value (I. V.) in treated plot we found that *Parthenium incanum* was higer with 73.74, followed by *J. dioica* with 62.55, *Larrea tridentata* 49.93 and *Flourensia cernua* with 19.93, along ten years of treatments application. Finally, we can infer that is important the effect of modified grassland rehabilitate roller on *J. dioica* possibly was stimulated for the soil disturbance.

Key words: Diversity; Roller; Restoration; Shrubland; Monitoring; Importance Value.

Resumen

En el presente trabajo, se presentan los resultados obtenidos a cerca de un estudio de caracterización de una comunidad restaurada, la cual se encuentra dominada por especies xerófilas, ubicada en un ecosistema árido perteneciente a la provincia biótica del Desierto Chihuahuense (Dice, 1945). Dado lo anterior, se analizaron indicadores para cuantificar la diversidad en la comunidad restaurada bajo el efecto de: 1.- Aplicación de Rodillo rehabilitador de pastizales modificado con pastoreo temporal y, 2.- Pastoreo temporal durante 10 años, determinando así Valor de Importancia de las especies (*Ar*: Abundancia relativa, describe el número de individuos de una especie por hectárea, *Fr*: Frecuencia relativa, que es el porcentaje de hallazgos de una especie entre el número total de observaciones realizadas y

Dr: Dominancia relativa, que cuantifica la superficie aérea total de una especie por unidad de superficie monitoreada) A su vez, se analizó el mosaico de las especies más representativas a través de Mezcla de especies (M. E.) para determinar las relaciones inter-específicas de las especies ahí presentes. Así, con la ayuda del Sistema estructural de los 4 árboles (Magurran, 1989) se logró llevar a cabo el monitoreo de la comunidad y, por medio del análisis de varianza (Anova) se determinó que no hubo diferencia significativa entre las comunidades tratadas ($P > .05$), sin embargo no fue así para las especies, dentro de las cuales *J. dioica* fue significativamente diferente al resto ($P > .05$), a cerca del Valor de importancia de las especies en el área tratada (V. I.), se tiene que *P. incanum* presentó el valor más alto con 73.74%, seguida por *J. dioica* con 62.55%, *L. tridentata* con 49.93% y *F. cernua* con 19.93%, al final del período de 10 años de monitoreo. Finalmente, es importante inferir que existió un efecto positivo del Rodillo rehabilitador de pastizales modificado sobre las poblaciones de *J. dioica* debido al disturbio superficial del suelo generado por dicho implemento.

Palabras clave: Diversidad, Rodillo, Restauración, Matorral, Monitoreo, Valor de Importancia.

Introduction

One half of the earth's land is arid or semi-arid in climate on all continents. Human populations and the intensity of development are increasing rapidly in many of these regions, placing more demands on goods and services and changing the way that people interact with the unique diversity of desert systems. Past management actions and climatic fluctuations have caused degradation or desertification of many of these rangelands (Ruiz, *et al.*, 2007), and the forest activity in Mexico has been made without sufficient care because the benefits are only to little people causing damages derived of this situation over the natural resources (Baca, 2000). The study of a community is a description of quantitative variables in its vertical and horizontal dimension related with size, relative location and type of life forms without considerate the individual species (Bourgeron, 1983; Delgado & Finegan, 1999; Wadsworth, 2000). The younger shrublands generally has a simple structure and display a lower species richness to differency the primary forests into same enviroment. So the composition and structure in secondary forest is modyfied on the pass time (Finegan, 1997). So, the objective of this study was to determine the relation between shrub species in a desertic ecosystems in a location at South of the Chihuahuan Desert using the methodology to determinating dasometric variables to know abundance, frequency and Species Mix in this ecosystem.

Materials and Methods

Description of the experimental site: The experimental plot is located into the 'Chihuahua Desert Biotic Province' (Dice, 1945), at the northeast of Zacatecas state within of the 'Villa de Cos' municipality, near to kilometer 80.5 of the federal road from Zacatecas city to Saltillo city. It is within 'El Halcón' Ranch. The plot mean altitude is 1925 msnm (CNA, 2000). So, the vegetation community displays species such as *Parthenium incanum*, *Larrea tridentata*, *Acacia constricta*, and *Mimosa biuncifera*, among others. The soil texture is sandy loam, and soil is classified as 'xerosol'. Climate is classified as BW (Köppen, 1962). The annual mean of temperature is 17.5°C, and the long-term (1960-2000) yearly mean of precipitation is 357.8mm, being February the driest month and June the moistest one (CNA, 2000).

Experimental design and data: After selection of the experimental site, two treatments were chosen and randomly distributed in the field. The size of plots was defined using the Mueller and Ellenberg method (Magurran 1989). So, we applied monitoring method with the aim of

know the effect of restoring roller and not treated area, on a shrubland grazed temporary, being the treatments like:

1. TG – WT = Temporary grazing - without treatment. It was making only grazing over the natural shrubland without other treatment.
2. TG – RR = Temporary grazing and grasslands restoring modified roller. It was using a culture tool of 1.8 m wide and 1.0 ton. of weight pulled for a tractor of 37 HP over the native and grazed temporary shrubland.

So, on May, 2000, all treatments were applied in a grassland of 10 Ha. To see the treatment effect about 10 years of this application. The experiment plot was maintained without animal grazing during the rainfall station of each year, though it was used in other year seasons. On 15th, November, 2010, we work to obtain data for the following variables:

- 1.- Importance Value of species.
- 2.- Species mix.

Description of study variables:

V 1.- Importance Value of species: This term speaks about an index taken of tree variables (R_a , R_f and R_d) by each specie present on the ecosystem.

V 2.- Species mix: Refers about relation existing between an individual i and its shrub neighbor more near expressed like relative proportion between neighbors, its obtained through the structural group of “four plants” (Baca, 2000).

So, it's important mentioning that study variables was measured on the treatments to characterizing and compare statistically the change in either ecosystems. The results obtained was analyzed with ANOVA and the means comparison with the Significant Minimum Difference (SMD) using a significance level of $P < .05$.

Results and Discussion

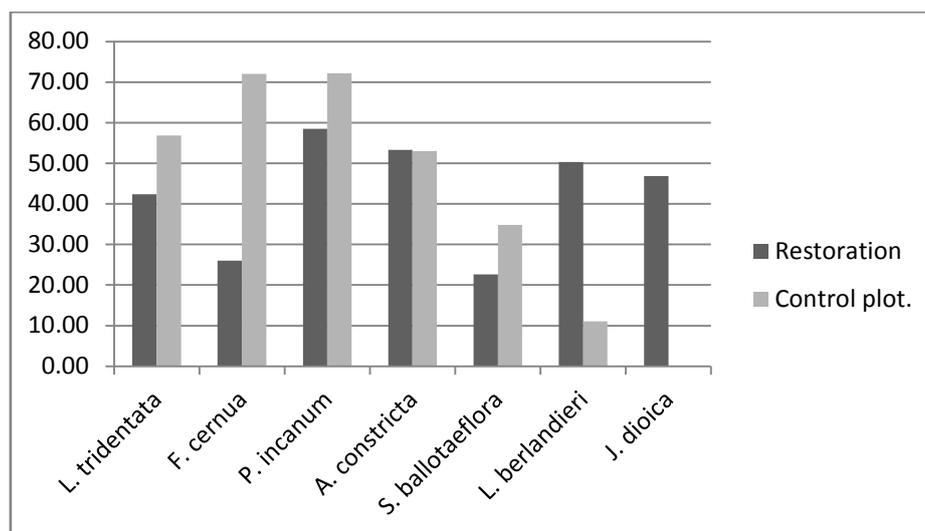


Figure 1: Graphic that displays the importance value of the species in the monitored ecosystem.

About indicators related with importance value (I. V.), *P. incanum*, is graetest followed by *A. constricta*, *L. berlandieri* and *J. dioica* as species more dominants in the treated area, and *F. cernua* followed by *P. incanum*, and *L. tridentata* *A. constricta* in the control plot.

The information obtained suggest that the grasslands restoring modified roller may stimulating the diversity considering that *L. berlandieri* and *J. dioica* resulted benefited with this tool, against results displayed to control plot, in which this species was very lower.

Table 1 Mix of species: This variable to restored site resulted as following

No.	Especie	0,00	0.33	0.66	1	Total
1	<i>L. tridentata</i>	0	50	25	25	100
2	<i>F. cernua</i>	0	0	75	25	100
3	<i>P. incanum</i>	0	50	25	25	100
4	<i>A. constricta</i>	0	25	50	25	100
5	<i>S. ballotaeflora</i>	0	50	25	25	100
6	<i>L. berlandieri</i>	0	50	25	25	100
7	<i>J. dioica</i>	50	50	0	0	100
Valor global.		7.14	39.33	32.24	21.57	100

Table 2 Mix of species: This variable to control plot resulted as following

No.	Especie	0,00	0.33	0.66	1	Total
1	<i>L. tridentata</i>	0	75	25	0	100
2	<i>F. cernua</i>	0	50	50	0	100
3	<i>P. incanum</i>	0	75	25	0	100
4	<i>A. constricta</i>	25	0	75	0	100
5	<i>S. ballotaeflora</i>	0	50	25	25	100
6	<i>L. berlandieri</i>	25	50	0	25	100
7	<i>J. dioica</i>	100	0	0	0	100
Valor global.		21.43	42.86	28.57	7.14	100

The results obtained to species mix (S. M.) let assuming that the application of grasslands restoring modified roller can promote a better mix of species (better diversity) based in about 39.33 of the total individuals accounted is living with one neighbor of other species, 32.24 coexist with two individuals of distinct specie and 21.57% of the species is living with three neighbors of different species, and by specie, *A. constricta* resulted very interesting because the 75% of one coexist with two neighbor of different species. About the control plot, we have information that affirm a few inclination to lesser diversity based in that majority of species coexist with only one neighbor of one different species (42.86%), followed by others individuals that coexist with two neighbor of two distinct specie (28.57%), principally..

Conclusions

1.- With study, we found that the results obtained nor has significative ($P > 0.05$) between treatments, but is important to note that the areas treated with grasslands restoring modified roller was stimulating a major diversity in the ecosystem in contrast with the control plot like a consequence of the decreasing of competition capacity caused by this tool, breaking so the phenomena of dominance on other species.

2.- For specie and based in the study variables is important to conclude that *A. constricta* is an specie that can serve as a nurse to important species on future restoring works under conditions similar to experimental plot, and *J. dioica*, displayed significative difference compared with rest of species ($P < .05$), situation that can see as an option of productive diversification to similar ecosystems about study area.

3.- Finally, we can conclude that the grasslands restoring modified roller generate a stimulus over the shrubland ecosystems that are dominated for any species that are limiting the coexistence of a higher number of native species, and consequently promote greater diversity.

Literature Cited

- CNA. 2000. Reporte de la estación climatológica Villa de Cos, Zac. Comisión Nacional del Agua, Guadalupe, Zacatecas, México.
- Baca, V. J. M. 2000. Caracterización de la estructura vertical y horizontal de bosques de Pino-encino. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Linares, N. L. P. 13.
- Bourgeron, P. 1983. Spatial Aspects of Vegetation Structure. *In Tropical Rain Forest Ecosystems: Structure and Function*. Elsevier Science Publishing Company. Amsterdam, Netherlands. 29-47 pp.
- Delgado, D; Finegan, B. 1999. Biodiversidad Vegetal en Bosques Manejados. *Revista Forestal Centroamericana* 25: 14-20.
- Dice, L. R. 1945. The biotic provinces of Northamerica. Ann Arbor, University of Michigan Press. USA. pp. 58 - 60.
- Finegan, B. 1997. Comunidades de Bosques Tropicales: Historia, Perturbación y el Efecto del Ambiente Físico. *In Bases Ecológicas Para el Manejo de Bosques Tropicales*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, CR. 1-16 pp.
- Herrick, J.E., K.M. Havstad and D.P. Coffin, 1997. Rethinking remediation technologies for desertified landscapes. *J. Soil Water Conser.*, 52: 220–5
- Koeppe, W. 1962. Climatología. Fondo de cultura económica. México, p. 166.
- Magurran, A. E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. *Vedra*, Barcelona, España. pp. 13-14.
- Ruiz, F. E. J.; Valdez, C.; Pérez, R. L.; Rodríguez, T. D. and Magallanes, Q. R. 2007. Strategies for Re-vegetation of Degraded Arid Rangelands in Zacatecas, México. *Journal of agriculture and biology*. Vol. 9, No. 6. Pakistán. Pp 857 – 862.
- Wadsworth, F. 2000. Producción Forestal Para América Tropical. Departamento de Agricultura de los E. U. A. Washington USA. 603 p.

CARACTERÍSTICAS FORRAJERAS DE ESPECIES DE GRANO PEQUEÑO EN CONDICIONES DE TEMPORAL EN ZACATECAS

CHARACTERISTICS OF SMALL GRAIN FORAGE IN RAINFALL CONDITIONS AT ZACATECAS

Ricardo A. Sánchez¹, Luis E. Arias², Fernando González³. y Ma. del Rosario Tovar⁴.

¹INIFAP-CIRNOC- Campo Experimental Zacatecas. ²INIFAP-CIRPAC- Campo Experimental Centro-Altos, ³INIFAP-CIRNOC- Campo Experimental Pabellón, ⁴ INIFAP-CIRCE- Campo Experimental Valle de México.

Resumen

El objetivo del estudio fue caracterizar la biomasa, rendimiento y calidad nutritiva de especies y variedades forrajeras de grano pequeño en condiciones de temporal. Se evaluaron variedades de Avena, Triticale, Trigo y Cebada. El experimento se llevo a cabo en el municipio de Monte Escobedo, Zacatecas. La siembra se realizó el 29 de Julio de 2011. Las variables medidas fueron forraje verde (FV) y seco (FS), altura de planta (AP), días de siembra a cosecha (DSC), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), porcentaje de hoja(%HJ), tallo (%T) y espiga (%E). El diseño del experimento fue en bloques aleatorizados con tres repeticiones. Se separaron las medias al 5% con el programa SAS. También se realizó un análisis de correlación. Se registro una precipitación de 206 mm. El promedio y desviación estándar fueron: FS $1.7 \pm 0.92 \text{ ton ha}^{-1}$, PC $10.5\% \pm 1.96\%$, FDN $54.8\% \pm 5\%$, %HJ 20.3 ± 3 , %T 39.9 ± 6.8 y %E 39.8 ± 6.7 . El FS se correlacionó con AP ($r = 0.85$), %T ($r = 0.34$), %E ($r = -0.44$) y PC ($r = 0.34$). La PC se correlaciono con DSC ($r = -0.44$), %HJ ($r = 0.41$) y %E ($r = 0.29$). Se concluye que en forraje seco las variedades de avena mostraron las producciones mayores, sobresaliendo la variedad Saia. En los contenidos de proteína cruda y fibra detergente neutro las especies y variedades de Avena, Trigo y Triticale se caracterizaron de malo a regular, sin embargo la Cebada mostró contenidos de regulares a buenos.

Palabras claves: rendimiento, biomasa, cereales.

Introducción

La avena tradicionalmente se utiliza como fuente de forraje para la alimentación de los rumiantes. En las características nutricionales como digestibilidad in vitro, energía neta de lactancia y la digestibilidad de la fibra detergente neutro se consideran como un buen forraje (Núñez *et al.*, 2010). Existen opciones que incrementan la productividad de la avena, una de ellas es el uso de otros cereales como Triticale, Trigo y Cebada (Flores *et al.*, 2011). Zacatecas cuenta con un inventario de más de 968 mil cabezas de ganado, de este número el 90% se dedica a la explotación de carne, mientras que el resto a la producción de leche (SIAP, 2008). Estas dos cadenas son las más importantes a nivel socio-económico dentro de las unidades pecuarias del estado (Sánchez y Rumayor 2010) y se caracterizan por practicarse en más de 5.5 millones de hectáreas como producción extensiva. En estas áreas la producción de forraje varia de 300 a 400Kg/ha en los matorrales áridos y de 900 a 1,000 Kg/ha en los pastizales amacollados de la región semiárida (Echavarría *et al.*, 2007) La problemática de estos pastizales involucra suelos,

variabilidad en la distribución de la lluvia y la baja capacidad de los suelos para retener humedad (Gutiérrez et al., 2007). Debido a escasos de forraje los productores recurren al uso de forrajes cultivados en condiciones de temporal. Sin embargo, se desconocen la productividad de otros cereales que se pueden utilizar como una alternativa para incrementar la productividad de los hatos en las unidades de producción pecuaria del Estado. El objetivo del estudio fue caracterizar la biomasa, rendimiento y calidad nutritiva de especies y variedades forrajeras de grano pequeño en condiciones de temporal en la región subtropical de Zacatecas.

Materiales y Métodos

El experimento se llevo a cabo en el municipio de Monte Escobedo, Zacatecas, situado al suroeste del estado en las coordenadas geográficas 103° 31' Longitud Oeste y 22°14' Latitud Norte, con una altitud de 2190 msnm y precipitación media de 550 mm durante el ciclo de cultivo (Medina et al 2004). Se evaluaron 7 variedades de Avena (Karma, Agata, Obsidiana, Turquesa, Saia, Chihuahua y Cuauhtémoc), 4 variedades de Triticale (Secano, Eronga, Polmer, Rio Nasas.), 3 de Trigo (Nana, Rebeca, Altiplano) y 2 variedades de Cebada (Forrajera 1, Forrajera 2). La siembra se realizó el 29 de julio de 2011 en surcos de 76 cm a una densidad de 80 kg ha⁻¹ a hilo sencillo y fertilización química con 60-40-00 de NPK. El diseño del experimento fue en bloques aleatorizados con tres repeticiones y la unidad experimental consistió de cuatro surcos de 7 m largo y 0.76m de ancho, los dos surcos centrales fueron la parcela útil descartando 0.5 de cada orilla. Las variables medidas fueron rendimiento de forraje verde (FV) y seco (FS), altura de planta (AP), días de siembra a cosecha (DSC), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), y en base al peso total de la planta el porcentaje del peso de hoja (%HJ), porcentaje de peso de tallo (%T) y porcentaje de peso de espiga (%E). La cosecha del forraje se realizo en la etapa fenológica de lechoso-masoso. La PC se determinó mediante el método Dumas utilizando el equipo LECO, y la FDN con la técnica de detergentes de Van Soest con el equipo ANKOM. Mediante el programa SAS se separaron las medias de los tratamientos usando la diferencia mínima significativa al 5%. También se realizó un análisis de correlación de las variables, eligiendo aquellas que fueron significativas al 5%.

Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se muestra la distribución de precipitación acumulada en los meses del ciclo de cultivo en el año 2011 y la precipitación historica de Monte Escobedo Zacatecas. Durante el ciclo se registro una precipitación de 206 mm, esto representa menos del 50% de los esperado, comparado con el historico.

Cuadro 1- Distribución de la precipitación acumulada por mes durante el ciclo de cultivo en el municipio de Monte Escobedo Zacatecas.

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total
2011		17	119	40	30	206
Histórico		179	168	109	42	498

En el cuadro 2 se presenta el rendimiento de forraje, altura de planta y días a cosecha de variedades y especies de grano pequeño. En dicho cuadro se observa diferencias en el porte de planta ($P<0.05$) que van de 62 cm a 119.6 cm, la avena Saia mostró la mayor altura. En los DSC el grupo de cebadas presentó el ciclo más precoz entre las especies con 68 días. La producción de FS varió de 0.4 ton/ha a 3.7 ton/ha. ($P<0.05$) se observa que el grupo de avenas tienen producciones mayores a 2 ton/ha y entre ellas sobresale la avena Saia. El grupo de trigos fueron los que presentaron menor rendimiento de FS. Estos resultados son similares a los reportados en el centro del estado de Zacatecas por Sánchez *et al.*, (2011).

Cuadro 2- Rendimiento de forraje (FV y FS), altura de planta (AP) y días de siembra a cosecha (DCS) de variedades y especies de grano pequeño.

	AP (cm)	F V (ton/ha)	FS (ton/ha)	DCS
Avena Chihuahua	93.8 c	7.1 bcd	2.3 bc	84
Avena Karma	95.2 c	7.2 bc	2.3 bc	84
Avena Obsidiana	96.9 bc	6.6 cde	2.00 bcd	84
Avena Turquesa	95 c	7.2 bc	2.5 b	84
Avena Agata	94.1 c	7.7 abc	2.3 bc	84
Avena Cuauhtémoc	109.00 ab	8.8 ab	2.6 b	84
Avena Saia	119.6 a	8.9 a	3.7 a	104
Trigo Rebeca	62 f	1.1 j	0.4 g	87
Trigo Nana	60 f	1.4 ij	0.55 fg	82
Trigo Altiplano	68 ef	1.5 ij	0.5 fg	82
Triticale Secano	86.7 cd	3.00 hi	0.98 efg	84
Triticale Polmer	67.7 ef	3.4 hg	1.00 efg	90
Triticale Nasas	78.8 de	3.1 hi	1.6 ef	104
Triticale Eronga	93.4 c	4.2 fgh	1.5 de	103
Cebada Forrajera 1	67.00 ef	5.4 def	1.6 cde	68
Cebada Forrajera 2	68.00 ef	5.00 efg	1.4 de	68
C.V.	5.8	11.17	14.07	

En el cuadro 3 se presentan los porcentajes de biomasa, proteína cruda y fibra detergente neutro de variedades y especies de grano pequeño. En el cuadro se observan diferencias ($P<0.05$) en los porcentajes de biomasa, la avena Agata, Trigo Altiplano y Cebada Forrajera 2 presentaron los mayores porcentajes de HJ con 24.2%, 23.1% y 24.3% respectivamente, en los porcentajes de E los más altos valores fueron de avena karma con 44.5%, tricale Polmer con 45.2%, trigo Nana 45.8% y Triticale río Nazas. En PC se encontraron diferencias ($P<0.05$) entre variedades y especies, el contenido vario de 7.4% a 13% y el grupo de cebadas fueron los que presentaron los mayores porcentajes. En FDN se encontraron diferencias ($P<0.05$) entre variedades y especies, la acumulación vario de 42.2% a 62.7 y la especie cebada fue la que menor contenido obtuvo.

Cuadro 3- porcentajes de biomasa (HJ, T y E), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) de variedades y especies de grano pequeño.

	HJ (%)	T (%)	E (%)	PC (%)	FDN (%)
Avena Chihuahua	18.9 ab	43	38.1 ab	10.7 abcde	55.3 ab
Avena Karma	19.4 ab	35.9	44.5 a	11.8 abc	56 ab
Avena Obsidiana	20.7 ab	40.1	39.3 ab	12.8 ab	62.7 a
Avena Turqueza	20.5 ab	39.8	39.7 ab	10.3 abcde	54.6 ab
Avena Agata	24.2 a	39	36.8 ab	12.6 ab	58.1 ab
Avena Cuahutemoc	21.1 ab	41.1	37.8 ab	9.6 bcde	50.3 b
Avena Saia	22.1 ab	50.9	27 b	11.1 abcd	54.2 ab
Trigo Rebeca	18.8 ab	42.9	38.3 ab	10.6 abcde	59.5 ab
Trigo Nana	19 ab	32.5	48.5 a	7.4 e	56.7 ab
Trigo Altiplano	23.1 a	36	41 ab	9.6 bcde	59.1 ab
Triticale Secano	20.2 ab	41.9	37.9 ab	9.9 abcde	52.9 ab
Triticale Polmer	18.5 ab	36.3	45.2 a	9.4 bcde	56.6 ab
Triticale Nasas	14.9 b	37.5	47.5 a	8 de	49.2 b
Triticale Eronga	18.2 ab	45.6	36.3 ab	8.6 cde	53.4 ab
Cebada Forrajera 1	20.8 ab	41.9	37.3 ab	13.3 a	48.4 b
Cebada Forrajera 2	24.3 a	343	41.7 ab	12.03 abc	49.2 b
C.V.	6.5	9.3	8.02	5.9	4.6

En el cuadro 4 se muestra la correlación entre las variables de biomasa, agronómicas y calidad nutritiva de las variedades y especies de grano pequeño. En él se observa que existen correlaciones entre las variables evaluadas. El FS se correlacionó con AP ($r = 0.85$), %T ($r = 0.34$), %E ($r = -0.44$) y PC ($r = 0.34$). La PC se correlacionó con DSC ($r = -0.44$), %HJ ($r = 0.41$) y %E ($r = 0.29$). Se encontraron correlaciones entre las variables fenotípicas, agronómicas y de calidad nutritiva

Cuadro 4- Correlación entre las variables de biomasa, agronómicas y calidad nutritiva de las variedades y especies de grano pequeño.

	FS	AP	DCS	HJ	T	E	PC	FDN
FS	-							
AP	0.85**	-						
DCS	0.18	0.43*	-					
HJ	0.19	0.13	-0.41*	-				
T	0.34*	0.39*	0.32*	-0.24	-			
E	-0.43*	-0.45*	-0.14	-0.21	-0.89**	-		
PC	0.34*	0.19	-0.45*	0.4*	0.1	-0.28*	-	
FDN	-0.12	-0.01	0.07	0.08	-0.01	-0.02	0.03	-

Conclusiones

Se concluye que en forraje seco las variedades de avena mostraron las producciones mayores, sobresaliendo la variedad Saia. En los contenidos de proteína cruda y fibra detergente neutro las especies y variedades de Avena, Trigo y Triticale se caracterizaron de malo a regular, sin embargo la Cebada mostró contenidos de regulares a buenos.

Literatura Citada

- Echavarría, CH.F., Serna, P.A. y Bañuelos, V.R. 2007. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: II Cambios en el suelo. Rev. Tec. Pecu.Mex. Volumen 2. pp 177-194.
- Flores O., M.A. M. Palomo R. y U. Figueroa V. 2011. Producción de forraje con cereales de grano pequeño. Folleto Técnico No. 37. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas.
- Gutiérrez L.R., Medina, G. G. y Amador, R.M. 2007. Carga animal del pastizal mediano abierto en Zacatecas. Folleto Informativo No. 46. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas.
- Medina, G.G. y Ruiz, C. A. 2004. Estadísticas climatológicas básicas del Estado de Zacatecas (periodo 1961-2003). Folleto Técnico No. 3. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas.
- Medina, G.G., Salinas, G. H. y Rubio, A.F. 2001. Cultivo de avena forrajera. Potencial productivo de especies forrajeras en Zacatecas. Libro Técnico No. 1. pp 24-25. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas.
- Núñez, H.G., Payán G.J., Peña, R.A., González C.F., Ruiz., B.O. y Arzola A.C. 2010. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Rev. Mex. Cienc. Pecu vol.1 Num.2 pp 85-98.
- Sánchez, G.R., Arias C. L., Tovar G.M., Ramírez C.N., López G.J., Servín P.M. y Núñez H.G. 2011. Calidad forrajera de cereales de grano pequeño en condiciones de temporal en Zacatecas. Semana Internacional de Agronomía. Memorias. pp 846-849
- Sánchez, T.B. y Rumayor, R.A. 2010. Evaluación del entorno para la innovación tecnológica en Zacatecas: identificación de las cadenas productivas relevantes. Publicación especial No.18. pp 13-16. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas.

COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE SEMILLA DE 12 GENOTIPOS Y UNA VARIEDAD DE PASTO BANDERITA

SEED PRODUCTION PERFORMANCE FOR 12 GENOTYPES AND ONE VARIETY OF SEDEOATS GRAMA

Fernando Sánchez, F¹. J. Hernández, F.² Carrete C.¹, R. Plascencia³, Adrián R. Quero²

¹Universidad Juárez Autónoma de Durango. Facultad de Veterinaria. ²Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Campus Montecillo. queroadrian@hotmail.com. ³. CE “El Verdineño”. INIFAP, Nayarit.

Resumen

México importa gran cantidad de semilla de forrajeras con riesgo de introducir patógenos; por tanto, es importante desarrollar tecnología para producción. En parcelas de un año de establecidas, se evaluaron doce ecotipos destacados y El Reno como testigo, de *Bouteloua curtipendula*. Parcelas de 10 X 5m, de 70cm entre surcos y 50cm entre plantas, fueron evaluadas durante 2011. La parcela experimental consistió de 25 m². El trabajo se desarrolló en Tuitán, Nombre de Dios, Durango a 23°51' de latitud N y 104°15' de longitud W; a 1,730 msnm. Se aplicó un riego único de auxilio el 31 de marzo, una vez finalizada la época de heladas regulares y no se fertilizó. Los materiales se mantuvieron libres de maleza y sin pastorear. Se cosecharon manualmente espiguillas a color marrón oscuro, las cosechas fueron múltiples, con monitoreo semanal. Las espiguillas se limpiaron mediante fricción mecánica para de llenado de cariósipide. Los datos se analizaron mediante un diseño Completamente al Azar, LSDh (P<0.05) para separación de medias y estadística no paramétrica. Se detectaron diferencias en porcentaje de llenado de grano (P<0.05) y G-417 mostró mayor eficiencia de llenado bajo las condiciones predominantes durante el año 2011, siendo diferente a los demás genotipos evaluados. La mayor eficiencia en llenado de grano se observó en G-417, diferente a los demás materiales evaluados (P<0.05). El Reno mostró también alta eficiencia, junto con G-125. La producción de semilla de Banderita se puede obtener antes del otoño. Existe variabilidad genética para floración y llenado de semilla entre genotipos.

Palabras clave: variabilidad en floración, variabilidad en rendimiento, llenado de grano, pasto banderita, *Bouteloua curtipendula*.

Introducción

Los materiales forrajeros exóticos utilizados en América Latina y México se importaron de Estados Unidos y Australia, para condiciones tropicales y áridas, desde los inicios del interés en el establecimiento de praderas en 1950 hasta finales de 1980. Posteriormente, para especies tropicales, Brasil desarrolló una industria sobresaliente de producción de semilla de especies forrajeras tropicales, convirtiéndose en el principal proveedor de países Latinoamericanos y Asiáticos tropicales. El zacate banderita (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.) es originario de Norteamérica, principalmente de las zonas áridas y semiáridas de México, por lo que es un recurso vegetal de mayor probabilidad de rescate de la “erosión genética”, mediante un buen programa de colecta, conservación y utilización del potencial genético de esta especie (Morales *et al.*, 2006). Gould y Kapadia (1964) señalaron que este género comprende 50 especies; sin embargo, Un total de 25 especies son reconocidas en el subgénero *Bouteloua* y 17 especies en el

Chondrosium (Columbus *et al.*, 1998). Aunque Columbus (1999) señala que el género no es monofilético, secuenciando y analizando DNA del cloroplasto (trn-L y trn-F) propone incluir estas especies dentro de *Bouteloua*, resultando en un incremento a 57 especies e incluyendo, entre otras, a *Buchloe dactyloides* (Nutt) Engelm. como *Bouteloua dactyloides* (Nutt.) J. T. Columbus, entre los más conocidos, como nuevo miembro de *Bouteloua*.

La producción de semilla de traspatio se desarrollo similarmente para diversas especies en México y Latinoamérica, con producción sobresaliente de *Andropogon gayanus*, *Panicum maximum* (para diversas variedades), *Cenchrus ciliaris*, *Eragrostis curvula*, a orilla de carretera y, en praderas de pastoreo en Sonora. Leguminosas tropicales como *Clitoria ternatea*, *Leucaena leucocephala* son cosechadas en mercados muy reducidos. Australia tecnificó la producción de semilla de forrajeras tropicales desde 1930; sin embargo, reportes documentados han ocurrido desde 1908, con la introducción de cosechadoras de golpe de semilla de *Paspalum dilatatum* (Loch y Ferguson, 1999), actualmente, con amplia diversidad de desarrollos para la gama de variantes en la estructura de inflorescencias de gramíneas y leguminosas tropicales. Recientemente, Brasil ha promovido la tecnificación de la industria de semillas de forrajeras tropicales, con lo cual ha dominado el mercado mundial de semilla de forrajeras tropicales, tanto con variedades noveles, como en mecanización de procesos de producción y beneficio de semilla.

El líder importador de semilla de especies forrajeras en Latinoamérica es México, con una importación documentada de semilla de *Brachiaria* spp. cercana a 9 100 toneladas desde el inicio de la importación de estas especies y, similarmente, con una superficie establecida de estas especies cercana a la superficie del estado de Nayarit, 26, 500 km² (Holman *et al.*, 2005). La producción anual de Brasil de semilla de forrajeras tropicales es cercana a 80 000 toneladas anuales, con una exportación anual de 3 000 toneladas de *Brachiaria* hacia Asia y Latinoamérica (Santos-Filho 1996; Pereira, 2000). México al importar semilla de variedades forrajeras del extranjero afecta su capacidad de inversión en la recuperación de pastizales, pierde recursos económicos e importa plagas y enfermedades de otras latitudes; sin embargo, éstos no son los problemas más serios de ser dependientes, el problema mayor es la carencia de desarrollo de intelectos jóvenes enfocados a la producción de variedades mediante el aprovechamiento de recursos genéticos de forma sistemática y ordenada (Quero *et al.*, 2007; Quero *et al.*, 2010) La disponibilidad de semilla de calidad, precios accesibles y de especies requeridas para las condiciones de alto riesgo en zonas áridas de temporal, han reducido, de manera tradicional, la dinámica de establecimiento de praderas, resiembra de pastizales y otras estrategias como la producción intensiva de plántulas de especies valiosas, para la recuperación de la condición de la vegetación en el semidesierto Mexicano y en otras regiones del país (Enríquez y Quero, 2007). En zonas áridas, la cosecha de semilla ocurre al final del verano y hasta mediados del otoño, a excepción de Buffel, insensitivo a la floración y altamente oportunista en el rendimiento de semilla; sin embargo, se desconoce el comportamiento intrae-específico de la floración y llenado de grano, tanto en condiciones de temporal y riego paraespecies valiosas como pasto Banderita. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de la producción de diásporas y llenado de semilla en pasto Banderita.

Materiales y Métodos

Se evaluaron doce ecotipos destacados en morfología forrajera (Quero *et al.*, 2001) y se compararon con la variedad comercial El Reno. Parcelas de 10 X 5m, con distancia entre surcos

de 80cm y entre plantas de 50cm, con un año de establecidas mediante trasplante, fueron evaluadas durante 2011. La parcela experimental consistió de 25 m². El trabajo se desarrolló en el Ejido Tuitán, municipio de Nombre de Dios, Durango, localizado al suroeste de la capital del estado, a 23°51' de latitud N y 104°15' de longitud W; a 1,730 msnm. Se aplicó un riego único de auxilio el 31 de marzo, una vez finalizada la época de heladas regulares y no se fertilizó. Los materiales vegetales se mantuvieron libres de maleza y no se pastorearon. Se cosecharon espiguillas conforme mostraron un color marrón oscuro y de manera manual, las cosechas fueron múltiples y se monitorearon de manera semanal las parcelas, para verificar la presencia de espiguillas maduras. Las espiguillas se limpiaron mediante fricción mecánica de forma manual para obtener información de llenado de cariósido. Los datos de rendimiento de semilla cruda y rendimiento de cariósido se analizaron mediante un diseño Completamente al Azar, LSDh (P<0.05) para la separación de medias y estadística no paramétrica.

Resultados y Discusión

La floración de Banderita se inició en el mes de mayo, la primera cosecha de espiguillas ocurrió los primeros días de Julio, se detectaron diferencias únicamente en la primer fecha de cosecha (P<0.05; Cuadro 1), el genotipo con mayor rendimiento de semilla fue G-303, para esta fecha. Nueve genotipos produjeron espiguillas y uno de éstos no produjo cariósido. G-229 y G-417 fueron los de mayor retraso en producir espiguillas maduras, mostrando éstas hasta el último tercio del otoño. G-303 produjo cariósidos al inicio y final de la evaluación únicamente, lo que es indicativo de que este material responde eficientemente a la disponibilidad de humedad y se mantiene sin producir tallos reproductivos durante la mayor parte de la época de sequía, contrariamente al El Reno. G-229 no produjo cariósidos durante este año. El genotipo local Tuitán produjo cariósidos en una sola ocasión; G-235, G-303 y G-417, producen cariósidos en pocas ocasiones en condiciones de sequía, indicativo de que llenan el grano bajo condiciones de disponibilidad de humedad. G-417 produjo cariósidos después de la humedad de verano y no mostró floración en mayo (Cuadro 1). El rendimiento de total de cariósido fue mayor para G-417, G-303 y G-125 (Fig. 1); G-125 produjo cariósidos en siete de los ocho muestreos llevados a cabo, por lo que su respuesta en producción de semilla puede ser destacada en años con buena humedad. Se detectaron diferencias en porcentaje de llenado de grano (P<0.05) y G-417 mostró mayor eficiencia de llenado de grano bajo las condiciones predominantes durante el año 2011, siendo diferente a los demás genotipos evaluados. La mayor eficiencia en llenado de grano se observó en G-417, genotipo que retrasó el llenado de grano hasta la última fase de producción, durante las últimas cuatro evaluaciones y fue diferente a los demás materiales evaluados (P<0.05; Cuadro 2). El Reno mostró también alta eficiencia de llenado de grano, junto con G-125; ambos, con menor eficiencia que G-417.

Conclusiones

La producción de semilla en pasto Banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx. Torr.) se puede obtener fuera de la época de otoño, cuando tradicionalmente es cosechada. Existe variabilidad genética para la floración y llenado de semilla dentro de los genotipos. La eficiencia en llenado de grano está condicionada por la disponibilidad de humedad en el suelo.

Cuadro 1. Rendimiento de cariósides por fecha de cosecha en genotipos de pasto Banderita (promedio, g por 25m²).

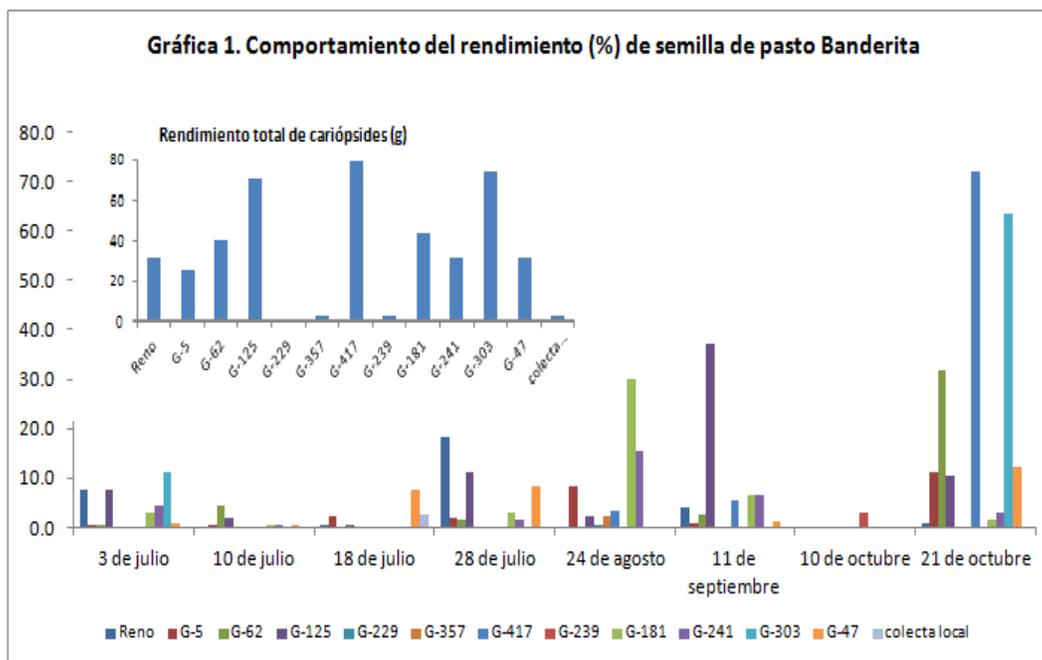
	03-jul	10-jul	18-jul	28-jul	24-ago	11-sep	10-oct	21-oct	\$\$
Reno	3.7 ^c	-	0.4	6.1	-	2.0	-	0.9	5/8
G-5	0.1 ^a	0.0	1.1	1.8	4.2	1.0	-	3.7	7/8
G-62	0.0 ^a	2.3	-	1.6	-	2.7	-	6.4	5/8
G-125	1.9 ^c	0.6	0.7	3.7	2.3	7.4	-	5.2	7/8
G-229	-	-	-	-	0.0	-	-	-	0/8
G-357	1.1 ^{ab}	-	-	-	2.4	-	-	-	2/8
G-417	-	-	-	-	3.4	5.5	-	18.0	3/8
G-239	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	7/8
G-181	0.7 ^{ab}	0.1	0.0	1.0	15.0	1.6	-	0.8	7/8
G-241	1.1 ^{abc}	0.2	-	1.5	15.5	1.6	-	2.9	6/8
G-303	11.0 ^c	-	-	-	-	0.0	-	10.5	3/8
G-47	0.2 ^{ab}	0.2	7.8	4.2	-	0.7	-	3.6	6/8
Tuitán	-	-	2.8	-	-	-	-	-	1/8
P (<0.05)	*	NS							

\$\$ Número de cosechas con cariósido respecto al total de cosechas

Cuadro 1. Rendimiento total y eficiencia en llenado de grano (%) en genotipos de pasto Banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

Genotipo	Diásporas g	diásporas kg ha ⁻¹	Cariósides g	cariósides kg ha ⁻¹	Llenado (%)
Reno	1595.4	638.16	70.3	28.12	4.4 ^{ab}
G-5	729.6	291.84	3.6	1.44	0.5 ^a
G-62	855.3	342.12	3.7	1.48	0.4 ^a
G-125	1941.9	776.76	39	15.6	2.0 ^a
G-229	8430	3372	13.6	5.44	0.2 ^a
G-357	145	58	3.3	1.32	2.3 ^a
G-417	237.9	95.16	18.2	7.28	7.7 ^b
G-239	1670	668	4.5	1.8	0.3 ^a
G-181	2592.2	1036.88	20.8	8.32	0.8 ^a
G-241	1266.8	506.72	12.6	5.04	1.0 ^a
G-303	7762.8	3105.12	41.8	16.72	0.5 ^a
G-47	8522	3408.8	25.6	10.24	0.3 ^a
Tuitán	8950	3580	28.3	11.32	0.3 ^a
DMSH	17911	7164.4	68.5	27.4	6.42
Significancia	NS		NS		***

DMSH = Dif. Mínima Sig. Honesta; ***=P<0.001; NS = No significativo



Agradecimientos. Los autores desean expresar su agradecimiento al Fideicomiso Colegio de Postgraduados por su valioso apoyo en la realización de esta investigación, específicamente a la Línea Prioritaria de Investigación 11 (LPI-11): Sistemas de Producción Agrícola, Pecuaria, Forestal y Acuícola “La Sagarpita”.

Literatura Citada

- Enríquez, Q. J. F. y A. R. Quero C. 2007. Reseña de la producción y suministro de semilla de especies forrajeras en México. In: Ma. E. Velazco Z., A. Hernández G., R. Pérezgrovas y B. Sánchez M. Producción y Manejo de los Recursos Forrajeros Tropicales. UA Chiapas. pp 217-237. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. ISBN: 970-95299-00
- Gould, F. W. and Z. J. Kapadia. 1964. Biosystematic studies in the *Bouteloua curtipendula* agamic complex. II. Taxonomy. *Brittonia* 16: 182-207.
- Holman, F., P. J. Argel, and C. E. Lascano. 2005. Adoption of *Brachiaria* grasses in México and Central América: a successful story. In: D. A. McGilloway (ed.) Grassland a global resource. XX Intnl Grassl. Congress. Wageningen Academic Pub. Ireland. pp. 343- 346.
- Loch, D. S. and J. E. Ferguson. 1999. Forage seed production II. Tropical and subtropical species. CAB International. Washington, USA. pp. 41-56.
- Pereira de A., R. 2000. Pasture seed production technology in Brazil. Proc. Intl. Grassl. Congress. Canada
- Quero, C. A. R., L. Miranda J., D. Talavera M. 2001. Potencial forrajero de recursos genéticos del complejo agámico de *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr. Memorias XXXVII. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Chiapas. p. 121.
- Quero, C. A. R., J. F. Enríquez Q. y L. Miranda Jiménez. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o *status quo*. Recibido el 8 de Junio. *Interciencia-Venezuela*. 32 (8): 566-571.
- Quero CAR, JF. Enríquez Q, CR Morales N, L Miranda J. 2010. Apomixis y su importancia en la selección y mejoramiento de gramíneas forrajeras tropicales. Revisión. *Rev Mex Cienc Pecu* 1(1): 25-42.
- Santos-Filho, L. F. 1996. Seed production: Perspective from the Brazilian private sector. In: J. W. Miles, B. L. Mass, C. B. do Valle, and V. Kumble (eds.) *Brachiaria: Biology Agronomy, and Improvement*. CIAT Publication No. 259. Calí, Colombia. 141- 146.

DESARROLLO DE GENOTIPOS DE PASTO BANDERITA AL ESTABLECIMIENTO

SIDEOATSGRAMA GENOTYPES DEVELOPMENT TO ESTABLISHMENT

Fernando Sánchez¹, Filogonio Hernández², Francisco Carrete¹, Raúl Plascencia², Adrián Quero²

¹U Juárez A Durango. Fac. Veterinaria. ²COLPOS-CA. Campus Montecillo.

Resumen

Siete genotipos y Reno comercial fueron evaluados para crecimiento desde 55d post-siembra (dds) hasta 125dds. Se produjeron plántulas y trasplantaron a macetas de 2 l, con 3 g de triple 17 por l de agua. Se usó Diseño Completamente al Azar y estadística no paramétrica. Se evaluó composición morfológica (%), relación parte aérea: raíz, Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC), Área Foliar Específica y Tasa de Asimilación Neta. Se observaron diferencias ($P < 0.01$) entre fechas. G-62 y G-181, a 125dds, mostraron mayor cantidad de tallo ($P < 0.01$). La TCC ($\text{mg MS pl}^{-1}\text{d}^{-1}$) en hoja no fue diferente ($P > 0.05$); sin embargo, G-357, G-5 y G-303 fueron superiores a El Reno. La TCC de raíz ($\text{mg MS pl}^{-1}\text{d}^{-1}$) de todo el periodo, no fue diferente ($P > 0.05$), pero G-357 y G-125 superaron a Reno en 2.6 y 2.4 magnitudes. Se observaron diferencias ($P < 0.01$). G-125 mostró mayor crecimiento 95dds y máximo de $1400 \text{ mg MS pl}^{-1}\text{d}^{-1}$ en la misma fecha. La TCC de parte aérea no mostró diferencias ($P > 0.05$), pero G-357, G-303 y G-5, superaron a Reno en 3.6, 3.3 y 3.0 magnitudes, respectivamente. La Tasa de asimilación Neta (mgd^{-1}) no mostró diferencias ($P > 0.05$), pero los Gs 303, 125 y 5, fueron superiores a Reno en 1.23, 1.1 y 1.09 magnitudes, respectivamente. Existen diferencias de desarrollo entre genotipos. La variedad comercial Reno fue la de menor desarrollo. Existe variabilidad genética para seleccionar materiales destacados. Las mejores tasas de crecimiento de los genotipos evaluados son indicativos de su potencial productivo y de resistencia a factores adversos.

Palabras clave: establecimiento de pastos, análisis de crecimiento, praderas de temporal.

Introducción

México es un centro de diversidad genética de gramíneas de zonas áridas, un caso particular es el complejo Banderita (*Bouteloua curtipendula*) (Michx.) Torr. (Hernández-X y Ramos, 1968; Siqueiros, 2001), que integra 57 especies, muchas de gran importancia para los agostaderos de América del N (Columbus, 1999). Los recursos genéticos son básicos para programas de mejoramiento (Hanna, 1990); a la fecha, éstos se han aprovechado con poca variabilidad genética (Roundy, 1999; Larson *et al.*, 2000). Así, las variedades liberadas aún no son representativas del potencial de la diversidad natural de especie (Huff, 1997; Fu *et al.*, 2004; Phan *et al.*, 2003). Banderita conserva su valor forrajero durante el otoño y, con otras nativas, posee potencial de uso en programas de recuperación de pastizales (Hernández, 1959; Hernández y Ramos, 1968; Morales *et al.*, 2008). Conocer las cualidades de las plantas en diferentes etapas de desarrollo entre individuos de diversas poblaciones, es básico para desarrollar alternativas de establecimiento y producción y permite reconocer genotipos superiores que se adapten a condiciones imperantes en el N de México. El objetivo fue caracterizar atributos morfológicos de siete genotipos y una variedad comercial de Banderita, del trasplante al establecimiento.

Materiales y Métodos

Del 26 de junio al 16 de noviembre de 2011, en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Juárez del Estado de Durango, con temperatura media de 17 °C y 350 mm de precipitación media (INEGI, 2001), se evaluaron siete genotipos (**Gs**) sobresalientes y la variedad comercial El Reno (testigo) de Banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., seleccionados a partir de una colecta conservada en el *Campus* SLP del Colegio de Postgraduados (Quero *et al.*, 2002). La siembra se realizó el 26 de mayo, en charolas tipo almacigo (55 x 33 cm con 4.4 de profundidad, 128 cavidades). El sustrato utilizado fue peatmoos, sembrándose a 0.5 a 1 cm de profundidad, cubriendo la siembra con vermiculita fina. Una plántula por maceta de 2l se trasplantó en suelo arcillo-arenoso, desinfectado, 20 días después de la siembra (dds) y buen drenaje. Se regó cada 48 h con 0.5 l de agua conteniendo triple 17 a razón de tres gramos por l. Se realizaron seis muestreos destructivos cada dos semanas a partir de 50 dds (65, 80, 95, 110 y 125 dds). En cada muestreo, las plantas se lavaron y separaron en componentes: hoja, tallo, raíz, material muerto, espiga y secaron. Las hojas se pasaron por integrador de área modelo LI-3100 (LI-COR, Inc.). Se tomó lectura de 5 plantas (macetas) por repetición. **Variables de Respuesta.** 1). Composición morfológica (%). Cada planta se separó en componentes, que se secaron en estufa a 55 °C por 48 h y pesaron en balanza electrónica Sauter Tipo RL200 220 g ± 1mg. **Relación parte aérea:raíz.** Se sumaron los componentes morfológicos aéreos: hoja, tallo, material muerto y espiga (mg) y se dividieron entre la MS de raíz (mg). **Indicadores fisiológicos de crecimiento.** 1). Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC). Se estimó para hoja, raíz y parte aérea (Hunt, 1990) 2). Área Foliar Específica. Al dividir el área foliar entre el peso de hoja, como indicador de la capacidad fotosintética vegetal (Pérez *et al.*, 2004). 3). Tasa de Asimilación Neta (TAN; Aguilar *et al.*, 2004). Se verificaron supuestos de normalidad, independencia y homogeneidad de varianza de los datos; los que no cumplieron éstos, aún transformando al arco seno o $\sqrt{+0.5}$, se analizaron no paramétricamente (Kruskal Wallis), de este modo se analizó peso de espiga y material muerto. Las se analizaron mediante un Diseño Completamente al Azar, con DMSH ($P < 0.05$; SAS, 1990).

Resultados y Discusión

Biomasa de hoja, raíz y parte aérea: raíz. No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en producción de hoja (mg/MS pl^{-1}), en promedio, de todo el periodo. El mayor valor lo registró G-62 con 1.15 g; G-62, G-357, G-5 y G-303 superaron a El Reno en 7.0, 2.6, 2.5 y 2.4 magnitudes, en biomasa total. Entre fechas de muestreo, hubo diferencia ($P < 0.01$), a excepción de 80 dds. La mayor producción en los **Gs** ocurrió desde 95 dds, no habiendo predominancia de alguno en las primeras fechas. En biomasa de raíz, no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$), en promedio de todas las fechas de muestreo; sin embargo, G-357 produjo 345 mg/MS pl^{-1} . Por su parte, G-357, G-125, G-5 y G-62 produjeron 2.6, 2.4, 1.78 y 1.79 magnitudes más que El Reno, de manera respectiva. En cada fecha hubo diferencia significativa entre **Gs** ($P < 0.01$). A 50, 80 y 95 dds, G-357 produjo 138, 94 y 177 mg pl^{-1} , respectivamente ($P < 0.01$). Todos los tratamientos incrementaron notoriamente la producción de raíz a 125 dds, siendo superior la acumulación de biomasa de 50 a 110dds, en un rango de 1.0 a 1.5 veces respecto al 125 dds. La mayor cantidad de biomasa de la parte aérea respecto a raíz la tuvo G-303 (1.93; $P < 0.01$; Cuadro 1). G-357, G-

125, G-62 y El Reno tuvieron valores cercanos a la unidad (1.29, 1.37, 1.47 y 1.43, respectivamente; $P < 0.01$). G-303 y G-5 no mostraron diferencias entre muestreos, siendo similares desde 50 a 125dds ($P > 0.05$). G-357 y G-181, a 80dds tuvieron mayor peso en raíz respecto a la parte aérea, seguido por G-5 y G-62. Los muestreos en El Reno a 110 y 125dds, no fueron diferentes ($P > 0.05$), pero sí a 50dds ($P < 0.01$); a 110 dds, tuvo el mismo peso en parte aérea que en raíz y a 125dds el peso de raíz fue superior ($P < 0.05$). G-417 (Cuadro 1) tuvo mas peso en raíz a 110dds difiriendo del 50 y 80dds ($P < 0.01$), pero siendo similar a 65, 95 y 125dds. G-125 a 110dds mostró tener la mayor cantidad de raíz respecto a la parte aérea difiriendo de 125dds ($P > 0.01$), pero siendo similar al 50, 65, 80 y 95dds ($P > 0.05$). G-357 a 80dds mostró mayor cantidad de biomasa que los demás ($P < 0.01$). G-181 a 80dds tuvo la mejor proporción de raíz: parte aérea y diferente a los demás muestreos ($P < 0.01$). **Composición morfológica.** Hubo diferencias significativas ($P < 0.01$) entre fechas. G-62 y G-181, a 125dds, mostraron mayor cantidad de tallo respecto a los componentes morfológicos y Gs ($P < 0.01$; Fig. 1). G-125 a 125dds, produjo mayor biomasa de hoja, respecto a fechas anteriores y al resto de Gs ($P < 0.01$). La producción de material muerto y espiga en todos los tratamientos fue casi nula y diferente para todos los tratamientos y fechas ($P < 0.05$). **Tasa de crecimiento de hoja, raíz y parte aérea.** La tasa de crecimiento ($\text{mg MS pl}^{-1} \text{d}^{-1}$; Fig. 2) en hoja no fue diferente ($P > 0.05$) durante el periodo evaluado; sin embargo, G-357, G-5 y G-303 fueron superiores a El Reno en 2.6, 2.5 y 2.5 magnitudes, respectivamente. La fecha-muestreo mostró diferencias ($P < 0.01$) y existió marcado descenso del primer al segundo muestreo para los tratamientos. A excepción de G-125, ningún tratamiento disminuyó la producción de hoja hacia el final del experimento ($P < 0.01$). La tasa de crecimiento de raíz ($\text{mg}^{-1} \text{MS}^{-1} \text{pl}^{-1} \text{d}^{-1}$) en promedio de todo el periodo, no fue diferente entre tratamientos ($P > 0.05$), pero G-357 y G-125 superaron a El Reno en 2.6 y 2.4 magnitudes, respectivamente. Entre fechas, se observaron diferencias ($P < 0.01$) y el crecimiento activo en los tratamientos ocurrió a partir de 95dds. G-125 mostró mayor crecimiento 95dds y un máximo de $1400 \text{ mg}^{-1} \text{MS}^{-1} \text{pl}^{-1} \text{d}^{-1}$ en la misma fecha, pero descendió al 110 -125 dds a $293 \text{ mg}^{-1} \text{MS}^{-1} \text{pl}^{-1} \text{d}^{-1}$. La Tasa de Crecimiento de la parte aérea no mostró diferencias en el promedio de todo el periodo de investigación ($P > 0.05$), pero G-357, G-303 y G-5, superaron a El Reno en 3.6, 3.3 y 3.0 magnitudes, respectivamente. Entre fechas, solo del 66 al 80dds fueron similares los tratamientos ($P > 0.05$) y el desarrollo de la parte aérea se incrementó con los dds. **Tasa de asimilación neta (TAN).** En la Tasa de asimilación Neta ($\text{mg}^{-1} \text{d}^{-1}$) no hubo diferencias en la suma total de los muestreos ($P > 0.05$), pero los Gs 303, 125 y 5, fueron superiores a El Reno en 1.23, 1.1 y 1.09 veces, respectivamente. Entre fechas de muestreo, hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) siendo la variedad 125 la que mejor comportamiento tuvo en el desarrollo de las plantas. Todos los tratamientos del 66 al 80 dds tuvieron un marcado descenso en la TAN, pero posteriormente incrementaron de manera paulatina su desarrollo. **Area Foliar Específica (AFE).** No se detectaron diferencias significativas en promedio de muestreos ($P > 0.05$); sin embargo, G-181, G-303 y G-125 fueron mayores a El Reno en 1.33, 1.3 y 1.24 magnitudes, respectivamente. Solo al 65dds hubo diferencia ($P < 0.05$) siendo G-181 diferente al resto ($P < 0.01$). A 80 dds, las plantas de todos los tratamientos mostraron la máxima capacidad de la actividad foliar, pero no hubo diferencias ($P > 0.05$), sin embargo, El Reno fue menos productivo que G-125, G-303, G-181 y G-357 en 2.93, 2.84, 2.59 y 2.5 magnitudes, respectivamente.

Conclusiones

Existen diferencias en el desarrollo de entre genotipos. El desarrollo inicial fue mayor para G-303. La variedad comercial Reno fue la de menor desarrollo. Existe variabilidad genética para seleccionar materiales destacados. Las mejores tasas de crecimiento de los genotipos evaluados son indicativos de su potencial productivo y de resistencia a factores adversos.

Literatura Citada

- Hernández X., E., y A. Ramos. 1968. Mejoramiento de las plantas forrajeras en México. Memoria. Tercer Congreso Nacional de Fitogenética (I Simposio). Chapingo, México. pp: 224-254.
- Columbus, J. T. 1999. Morphology and leaf blade anatomy suggest a close relationship between *Bouteloua aristidoides* and *B. (Chondrosium) eriopoda* (Gramineae): (Chloridoideae). Systematic Bot. 23: 467-478.
- Hanna, W. W. 1990. Mejoramiento genético de zacates tropicales. In: Memorias de la IV Conferencia Internacional de Ganadería Tropical. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamps. México. pp: 9-11.
- Larson, S. R., T. A. Jones, Z. M. Hu, C. L. McCracken, and A. Palazzo. 2000. Genetic diversity of bluebunch wheatgrass cultivars and multi-origin polycross. Crop Sci. 40: 1142-1147.
- Huff, D. R. 1997. RAPD characterization of heterogeneous perennial ryegrass cultivars. Crop Sci. 37: 557-564.
- Huff, D. R., J. A. Quinn, B. Higgins, and A. J. Palazzo. 1998. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) variation among native little bluestem [*Schizachyrium scoparium* (Michx.) Nash] populations from sites of high and low fertility in forest and grassland biomes. Mol. Ecol. 7: 1591-1597.
- Fu, Y. B., Y. S. N. Fernandez, A. T. Phan, B. E. Coulman, and K. W. Richards. 2004a. AFLP variation in four blue grama seed sources. Crop Sci. 44: 283-288.
- Phan, A. T., Y. B. Fu, and S. R. Smith, Jr. 2003. RAPD variation in selected and unselected blue grama populations. Crop Sci. 43: 1852-1857
- Hernández X., E., 1959. Zacates indígenas. Agric. Tec. Méx. 1(8): 26-30.
- Gould FW. The genus *Bouteloua* (Poaceae). Ann Missouri Bot Gard 1980;66:343-428.
- Hitchcock, AS. Manual of the grasses of the United States (revised by A. Chase). U.S. Government Printing Office, Washington, D.C 1950:1051.
- Hernández XE, Ramos SA. Mejoramiento de las plantas forrajeras en México. Memoria del Tercer Congreso Nacional de Citogenética. I Simposio. Chapingo, México. CENEINEA 1968:224-254.
- Siqueiros ME. *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr. Systematics [Ph. D. Dissertation]. Claremont, California: Claremont Graduate University; 2001.

Cuadro 1. Proporción parte aérea:raíz en genotipos y una variedad de pasto Banderita

Genotipo	Muestreo (días después de siembra)						Promedio	DMSH
	50	65	80	95	110	125		
Reno	1.78 ^{aA}	1.60 ^{bAB}	1.56 ^{abAB}	1.47 ^{aAB}	1.00 ^{bcB}	0.89 ^{cB}	1.38 ^b	0.80**
303	1.75 ^a	2.80 ^a	1.54 ^b	1.23 ^a	1.61 ^{ab}	2.67 ^a	1.93 ^a	3.75
417	1.85 ^{aA}	1.88 ^{abAB}	2.34 ^{aA}	1.77 ^{aAB}	0.68 ^{cB}	1.76 ^{abcAB}	1.71 ^{ab}	1.47***
125	1.31 ^{aAB}	1.28 ^{bAB}	1.63 ^{abAB}	1.24 ^{aAB}	1.03 ^{bcB}	1.55 ^{bcA}	1.34 ^b	0.46***
357	1.27 ^{aAB}	1.36 ^{bAB}	0.72 ^{bB}	1.54 ^{aA}	1.07 ^{bcAB}	1.80 ^{abcA}	1.29 ^b	0.72**
5	2.04 ^a	1.26 ^b	1.16 ^b	1.72 ^a	1.84 ^a	1.85 ^{abc}	1.64 ^{ab}	1.06
62	1.49 ^{aB}	1.17 ^{bB}	1.11 ^{bB}	1.58 ^{aB}	0.91 ^{cB}	2.38 ^{abA}	1.44 ^b	0.78***
181	2.84 ^{aA}	1.85 ^{abAB}	0.83 ^{bc}	1.87 ^{aAB}	1.17 ^{bcBC}	2.70 ^{aA}	1.88 ^{ab}	1.02***
DMSH	3.5	1.42**	0.873***	0.678	0.66***	1.04***	0.73***	

DMSH = DMS Honesta; * = *** = P<0.001. Literales en minúsculas corresponden a columnas y mayúsculas a hileras. Literales iguales (P>0.05). DMSH sin literal, medias no diferentes (P>0.05).

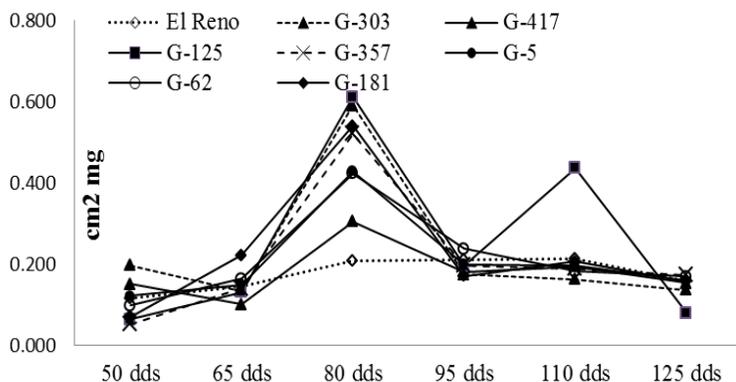


Fig. 1 Área foliar específica cm² mg⁻¹ de siete genotipos y una variedad comercial de pasto

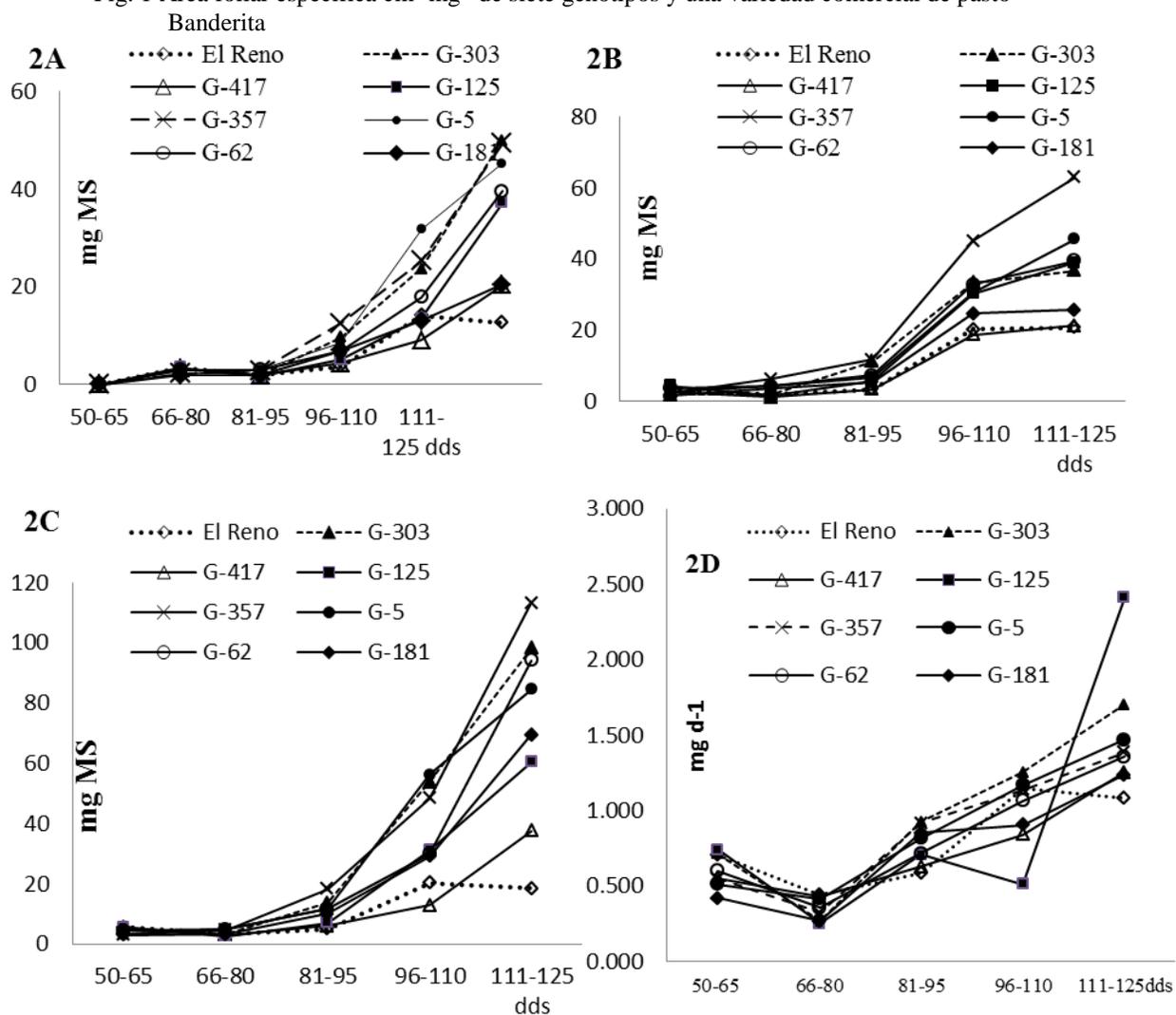


Figura. 2 Tasa de crecimiento (MS pl⁻¹ d⁻¹) de hoja (2A), raíz (2B), parte aérea (2C) y Tasa de Asimilación Neta (2D; mg d⁻¹), de siete genotipos y una variedad comercial de pasto Banderita.

EVALUACIÓN DE TRITICALE COMO ALTERNATIVA DE DOBLE PROPÓSITO: FORRAJE Y GRANO PARA LA GANADERÍA EN B. C., MÉXICO

ASSESSMENT OF TRITICALE AS A DOUBLE PURPOSE ALTERNATIVE: FORAGE AND GRAIN FOR LIVESTOCK PRODUCTION IN B.C., MEXICO

Jesús Santillano Cázares^{1*}, David Calderón Mendoza¹, Karim Ammar² y Martín Carmona Victoria³

¹Profesor-Investigador Instituto de Ciencias Agrícolas, UABC. Carretera a Delta S/N, Ejido Nuevo León. Mexicali, B.C. México, C.P. 21705. Tel. 686-5230079. ²Jefe del programa de triticale CIMMYT, EL Batán Edo. de México. ³Estudiante de Posgrado ICA-UABC. jsantillano@uabc.edu.mx

Resumen

El triticale es una alternativa que no se ha evaluado suficientemente en B.C., México, particularmente como un cultivo de doble propósito: forraje y grano. El objetivo de esta colaboración es reportar la experiencia que se ha tenido en Mexicali, B.C., en la evaluación de líneas de triticale, cuando manejado bajo un sistema de doble propósito. En el ciclo 2009-2010 se probaron 29 y en el ciclo 2010-2011 se probaron 20 líneas de triticale, todas donadas por el Dr. Karim Ammar (CIMMYT). Los resultados de producción de forraje del ciclo 2009-2010 no fueron diferentes entre las líneas probadas ($P = 0.0516$), siendo el promedio de 1.6 ton ha⁻¹. En lo relativo a producción de grano, se observó una diferencia significativa ($P = 0.0026$), con un promedio de 7.2 ton ha⁻¹. En el Ciclo 2010-2011 la producción de forraje se observó una diferencia significativa entre los rendimientos de las 20 líneas de triticale ($P < 0.0001$), siendo HUI3 la que tuvo mayor rendimiento con 3.6 ton ha⁻¹. La calidad del forraje fue marcadamente alta, con valores promedio de FDN, FDA y PC de 35.2, 20.9 y 22.8%, respectivamente. Los rendimientos de grano, cuando los triticales fueron cortados fue de 5.6 ton ha⁻¹; mientras que cuando no fue cortado el rendimiento fue de 8.0 ton ha⁻¹; es decir, una diferencia de 2.4 ton ha⁻¹. Se concluye que el triticale puede ser manejado bajo un sistema de doble propósito y funcionar como una alternativa viable para aliviar los problemas de escases de forraje en B.C., México.

Palabras clave: Triticale, doble propósito, forraje, grano, FDN, ADF, proteína cruda

Introducción

La ganadería es una actividad económica y social importante en México, particularmente en el norte del país. Sin embargo, debido a los bajos niveles de precipitación, lo errático de las mismas y temperaturas extremas, climatología típica de zonas desérticas, el suministro de forraje para la alimentación del ganado con frecuencia es insuficiente, tanto en cantidad como en calidad. Lo anterior pone en riesgo la continuidad de la ganadería por los altos costos que representa la alimentación. En Baja California, por ejemplo, en la producción de bovinos de carne y leche, hasta el pasado reciente la alfalfa representaba la base de la alimentación, junto con forrajes suplementarios. En años recientes, los productores de alfalfa han encontrado condiciones de comercialización favorables en el mercado de los EUA y en diversos estados de México, fuera de B.C. Esta situación ha empujado los precios de este forraje a niveles insostenibles para los ganaderos de la entidad y los ha forzado a buscar forrajes que formaban parte de la dieta tradicional del ganado en la entidad. Un ejemplo de ello es el auge que los forrajes ensilados están retomando, después de años de que no se usaban.

El valle de Mexicali produce alrededor de 650 mil ton de trigo al año, siendo el segundo productor nacional solo después de Sonora. Este trigo, prácticamente todo es utilizado para

consumo humano, como harinas para elaboración de pan o para elaboración de pastas. Por otro lado, el sistema de doble propósito, es decir, obtención de forraje y después grano, es un sistema de manejo del cultivo muy común en el centro-sur de los EUA (Oklahoma, Texas, Nuevo México, Kansas) (Hossain et al., 2003) (Arzadun et al., 2003), en Argentina y seguramente que también en otros países. Intentando contribuir a aliviar la escases de forraje en B.C., y tomado en cuenta la tradición productora de trigo en la entidad, durante los ciclos 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012, se han venido probando trigos primaverales y de invierno y triticale (X Triticosecale Wittmack), bajo un sistema de doble propósito. En esta ocasión, el objetivo de esta colaboración es la de divulgar los resultados que hemos encontrado en la validación de diversas líneas de triticale, bajo un manejo de doble propósito. Resultados con trigos primaverales e invernales serán presentados en una próxima oportunidad.

Materiales y Métodos

Los experimentos han sido conducidos en el campo experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA), de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicado en el Ejido Nuevo León, 42 km al sureste de Mexicali, Baja California, México, a 32° 24' de latitud norte y 115° 11' de longitud oeste, a una altitud de 8.7 msnm. El clima es de tipo desértico y en verano se caracteriza por ser cálido, muy seco, con temperaturas promedio máximas y mínimas de 43 y 16 °C, respectivamente. La precipitación pluvial promedio anual es de 85 mm (Avendaño et al., 2007).

En el ciclo 2009-2010 se probaron 29 líneas de triticale donadas por el Dr. Karim Ammar, jefe del programa internacional de triticale en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). En este ciclo toda el área de todas las parcelas fue sometida a corte de forraje-rebote-cosecha de grano, imitando un manejo de doble propósito; es decir, no se diseñó el experimento para determinar la producción de grano cuando los materiales no fueron defoliados. Los 29 materiales fueron sembrados al azar en parcelas de 1 m² (1 × 1 m) en cuatro repeticiones. Todas las parcelas del experimento fueron fertilizadas con el equivalente a 180 kg de nitrógeno (N) ha⁻¹ en 3 aplicaciones de 60 kg N ha⁻¹ cada vez, siendo urea la fuente de fertilizante utilizada. Se aplicaron 4 riegos de auxilio en planta, mas uno de germinación. Se realizó una aplicación aérea de herbicidas utilizados para control de malezas en trigo, consistiendo principalmente en una mezcla de Axial®, Sigma® y un adherente.

Todos los materiales fueron defoliados poco después de haber alcanzado la etapa fenológica de encañe, o etapa Z31 de la escala de Zadoks (Zadoks et al., 1974). Se colectó el forraje resultante, fue secado en estufas de aire forzado a una temperatura de 50°C por tres días, hasta alcanzar un peso constante y se estimó el rendimiento de forraje en base seca ha⁻¹. Después del corte los triticales fueron fertilizados e irrigados para permitir el rebrote y producción de grano.

En el ciclo 2010-2011 se probaron 20 líneas, en cuatro repeticiones. El tamaño de parcelas en este ciclo fue de 6 m² (2 × 3 m). El manejo agronómico y de cortes fue similar en los dos ciclos reportados. En el segundo ciclo (2010-2011), a diferencia del primero (2009-2010), la mitad de las parcelas fue defoliada para evaluación del sistema de doble propósito y la otra mitad de la parcela fue dejada intacta, para poder estimar la producción de grano cuando los triticales no fueron defoliados. De las muestras de forraje obtenidas para rendimiento, se obtuvieron submuestras que fueron analizadas por concentración de fibra detergente neutro (FDN%), fibra detergente ácido (FDA%) y proteína cruda (PC%). El diseño experimental fue el de bloques completos al azar. El análisis de los datos se realizó mediante análisis de

varianza y, cuando apropiado, se compararon las medias con la prueba de diferencia significativa mínima, con una probabilidad de 0.05.

Resultados y Discusión

Ciclo 2009-2010.

Los resultados de producción de forraje del ciclo 2009-2010 no fueron diferentes ($P = 0.0516$). La línea mas productiva fue Beagle2, con 2.4 ton ha⁻¹; mientras que la menos productiva fue BW10, con 0.9 ton ha⁻¹, una diferencia de 1.5 ton ha⁻¹ y 1.6 ton ha⁻¹ promedio de todas las líneas (base materia seca). Al revisar las desviaciones estándar (σ) se detectó una alta variabilidad, lo que posiblemente se atribuye a un error experimental relativamente alto, impidiendo así declarar diferencias entre las medias (datos no presentados).

En lo relativo a producción de grano, se observó una diferencia significativa ($P= 0.0026$). Los rendimientos se presentan en el Cuadro 1. La línea XH9 produjo 11.1 ton ha⁻¹, siendo la mas productiva, y HUI7 con 5.1 ton ha⁻¹, siendo la menos productiva. La media general fue de 7.2 ton ha⁻¹. Estos rendimientos, con todo y que habían sido previamente cosechados para forraje, se comparan favorablemente con rendimientos de trigos primaverales, producidos exclusivamente para grano en el valle de Mexicali, los cuales son de 6 a 6.5 ton ha⁻¹.

Cuadro 1. Rendimiento de grano de 29 líneas de triticale evaluadas en producción de forraje y grano, cuando las líneas fueron cortadas previamente. Ciclo 2009-2010, Mexicali, B.C., México.

Línea	<i>n</i>	Promedio (ton/ha)	σ	Línea	<i>n</i>	Promedio (ton/ha)	σ
XH9	4	11.1 a	2.0	CAAL17	4	6.4 cdef	2.2
XH7	4	9.6 ab	5.1	POPP16	4	6.4 cdef	1.5
Liron2	4	8.8 abc	2.4	FAHAD4	4	6.3 cdef	0.4
XH8	4	8.4 bcd	2.9	SN13	4	6.2 def	1.4
Liron23	4	8.4 bcde	1.5	CMH14	4	5.9 ef	0.5
Liron22	4	8.3 bcde	1.1	BW12	4	5.5 f	0.4
CMH4	4	8.1 bcde	1.3	BW10	4	5.3 f	0.8
Liron5	4	8.1 bcde	2.5	Eronga3	4	5.3 f	0.6
XH26	4	7.5 bcdef	1.4	HUI7	4	5.1 f	0.8
Liron24	4	7.5 bcdef	2.6				
POPP10	4	7.5 bcdef	1.0				
Liron6	4	7.3 bcdef	1.7				
Liron19	4	7.3 bcdef	0.9				
Pollmer1	4	7.2 bcdef	1.7				
A17159	4	7.1 cdef	1.5				
XH25	4	6.8 cdef	1.7				
BW11	4	6.8 cdef	0.9				
HUI3	4	6.7 cdef	0.7				
Liron18	4	6.6 cdef	0.8				
Beagle2	4	6.5 cdef	1.5				

*Promedios con literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

Ciclo 2010-2011

La producción de forraje en el ciclo 2010-2011 se observó una diferencia significativa entre los rendimientos de las 20 líneas de triticale ($P < 0.0001$). Estos resultados se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Rendimiento de forraje, en base materia seca, de 20 líneas de triticale evaluadas en producción de forraje y grano. Ciclo 2010-2011, Mexicali, B.C., México.

Línea	n	Promedio (ton/ha MS)*	σ	Línea	n	Promedio (ton/ha MS)*	σ
HUI3	4	3.6 A	0.1	DAHBI12	4	2.6 bcdefg	0.3
DAHBI13	4	3.6 A	0.3	XH7	4	2.5 cdefg	0.4
Pollmer1	4	3.3 Ab	0.5	Pollme11	4	2.4 defg	0.6
DAHBI14	4	3.1 Abc	0.5	XH9	4	2.3 efg	0.5
POPP10	4	3.0 Abcd	0.8	XH8	4	2.3 efg	0.5
Liron17	4	2.8 Bcde	0.7	Liron20	4	2.2 efg	0.2
Liron5	4	2.8 Bcde	0.6	Liron18	4	2.2 fg	0.7
Liron6	4	2.8 Bcdef	0.2	CMH4	4	2.1 fg	0.3
Liron19	4	2.7 Bcdefg	0.4	ARDI15	4	2.1 g	0.5
Liron2	4	2.7 Bcdefg	0.1	FAHAD16	4	2.1 g	0.2

*Promedios con literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

Las fibras FDN y FDA no resultaron estadísticamente diferentes entre las medias de las diferentes líneas ($P = 0.4806$) y ($P = 0.0782$), respectivamente; mientras que la PC resultó con diferencia significativa ($P = 0.0161$). Las medias de estas tres variables, indicativas de la calidad del forraje, se presentan en el Cuadro 3. Cabe destacar la alta calidad del forraje, el cual se considera de alta calidad, de acuerdo con Béjar Hinojosa et al. (2007).

Cuadro 3. Fibra detergente neutro (FDN%), fibra detergente ácido (ADF%) y proteína cruda (PC%) de forraje de 20 líneas de triticale evaluadas en producción de forraje y grano. Ciclo 2010-2011, Mexicali, B.C., México.

Línea	n	FDN%	σ (FDN)	FDA%	σ (FDA)	PC%	σ (PC)
CMH4	4	33.7	6.2	19.2	2.7	26.1 a	2.5
XH9	4	36.4	1.5	20.9	0.7	25.4 ab	1.8
Liron2	4	33.2	3.8	19.4	2.5	24.8 ab	3.3
Liron18	4	35.4	2.6	20.9	1.3	24.5 abc	2.3
POPP10	4	35.4	3.5	21.3	1.2	23.7 abcd	2.4
XH8	4	37.1	1.9	21.7	2.1	23.6 abcd	0.2
HUI3	4	35.4	3.5	20.1	1.6	23.2 abcde	2.7
Liron20	4	34.0	6.2	19.1	3.5	23.1 abcde	3.9
Liron17	4	39.8	1.6	23.3	0.5	23.1 abcde	2.3
ARDI15	4	34.0	2.2	20.3	1.6	23.0 abcde	1.7
Liron19	4	37.4	1.2	21.8	1.4	22.7 bcde	1.8
DAHBI14	4	36.3	2.2	21.2	1.2	22.3 bcde	1.1
XH7	4	37.8	1.0	22.0	0.8	22.3 bcde	2.8
Liron5	4	35.0	5.8	21.0	2.5	22.3 bcde	0.7
FAHAD16	4	33.8	3.1	20.5	2.3	21.6 cde	1.7
Pollme11	4	30.5	6.7	17.9	3.7	21.6 cde	3.3
Liron6	4	36.9	3.9	21.7	1.9	21.3 de	1.4
Pollmer1	4	36.7	4.0	21.8	2.4	20.7 de	0.8
DAHBI13	4	33.8	7.5	25.2	6.2	20.6 de	1.4
DAHBI12	4	32.3	7.1	19.1	4.0	20.1 e	2.1

*Promedios con literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

La producción de grano en el ciclo 2010-2011, cuando los triticales fueron cortados para forraje, resultó significativamente diferente entre las líneas ($P = 0.0335$). Los resultados se presentan en el Cuadro 4. El promedio de los triticales cuando cortados fue de 5.6 ton ha^{-1} .

Cuadro 4. Rendimiento de grano de 20 líneas de triticale evaluadas en producción de forraje y grano, cuando las líneas fueron cortadas previamente. Ciclo 2010-2011, Mexicali, B.C., México.

Línea	n	Promedio (T/ha)*	σ	Línea	n	Promedio (T/ha)*	σ
Pollmer1	3	7.6 a	0.5	DAHBI12	3	5.7 abcde	1.4
DAHBI14	3	6.9 ab	1.0	Liron19	3	5.5 bcdef	1.8
DAHBI13	3	6.4 abc	1.2	Liron5	3	5.3 bcdef	0.2
Liron17	3	6.3 abc	0.8	Liron20	3	5.2 bcdef	0.4
POPP10	3	6.1 abcd	1.9	XH9	3	5.1 bcdef	1.5
Pollme11	3	6.0 abcd	0.7	Liron6	3	5.0 bcdef	1.9
CMH4	3	6.0 abcd	0.3	XH7	3	4.8 cdef	1.5
Liron2	3	5.9 abcd	1.1	XH8	3	4.2 def	1.8
FAHAD16	3	5.9 abcd	1.4	HUI3	3	3.7 ef	0.5
Liron18	3	5.8 abcd	1.1	ARDI15	3	3.6 f	1.0

*Promedios con literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

La producción de grano en el mismo ciclo (2010-2011), cuando los materiales no fueron cortados para forraje, sino cultivados exclusivamente para producción de grano, no fueron diferentes estadísticamente ($P=0.6722$). Sin embargo, la línea mas productiva (XH8) rindió 10 ton ha⁻¹; mientras que la que menos rindió (Liron5) produjo 7.5 ton ha⁻¹. La media en este caso fue de 8 ton ha⁻¹ (datos no presentados). La diferencia general entre los rendimientos de grano cuando el triticale fue cortado contra cuando no fue cortado es de 2.4 ton ha⁻¹.

Conclusiones

El forraje de triticale cuando es cosechado inmediatamente después de que el primordio floral se encuentra a nivel del suelo (first hollow stem = primer tallo hueco), en el comienzo de la etapa reproductiva, produce un forraje de alto valor protéico y alta digestibilidad. Después del corte, el cereal se deja rebrotar para obtener una cosecha de grano. Esta cosecha de grano es igual o mas elevada que los rendimientos de trigo en el valle de Mexicali, B.C., México, especialmente si el cultivo es manejado para producción de grano exclusivamente. De acuerdo con los resultados de estos trabajos, se concluye que el triticale puede ser manejado bajo un sistema de doble propósito y funcionar como una alternativa viable para contribuir a reducir los problemas de escasez de forraje en B.C., México.

Literatura Citada

- Avendaño Reyes, L., F.D. Álvarez Valenzuela, A. Correa Calderón, J. S. Saucedo Quintero, F. Rivera Acuña, F. J. Verdugo Zárate, C.F. Aréchiga Fores y P. R. Robinson. 2007. Evaluación de un sistema de enfriamiento aplicado en el periodo seco de ganado lechero durante el verano. *Tec. Pecu. Mex.* 45(2):209-225.
- Arzadun, Martín J., José I. Arroquy, Hugo E. Laborde, and Roberto E. Brevadan. 2003. Grazing pressure on beef and grain production of dual-purpose wheat in Argentina. *Agron. J.* 95:1157-1162. ASA. Madison WI 53711 USA.
- Béjar Hinojosa, M., Karim Ammar. 2007. Triticale, una alternativa para el norte de México. Disponible On-line en: <http://www.engormix.com/MA-agricultura/pasturas/articulos/triticale-alternativa-norte-mexico-t1425/p0.htm>
- Hossain, I., Francis M. Epplin, and Eugene G. Krenzer, Jr. 2003. Planting date influence on dual-purpose wheat forage yield, grain yield, and test weight. *Agron. J.* 95:1179-1188. ASA. Madison WI 53711 USA.
- Zadoks, J.C., T.T. Chang and C.F. Konzak, 1974. A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Res.*, 14: 415-421.

DEGRADABILIDAD RUMINAL EN DOS VARIEDADES DE ALFALFA CON DIFERENTE MADUREZ

RUMINAL DEGRADABILITY IN TWO ALFALFA VARIETIES AT DIFFERENT MATURITY

* Oscar. Serna, Francisco. J. González, José. G. Terrazas, Juan. O. Ronquillo, Octavio Núñez

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 33.3 Carr. Chihuahua-Ojinaga,
Aldama, Chih. *serna.oscar@inifap.gob.mx*

Resumen

Durante el 2008 se evaluaron dos variedades de alfalfa y el efecto que tiene el avance de la madurez en relación a la degradabilidad por medio de la técnica de producción de gas. La evaluación consistió en dos variedades, durante los periodos de inicio y final de primavera, verano e inicio de otoño, en 5 días de cortes. Los cortes se realizaron a partir de una altura de .40 mts, posteriormente en intervalos de 5 días para obtener 5 cortes en total. Las muestras obtenidas se evaluaron mediante la técnica de producción de gas. Se obtuvieron los parámetros A (asíntota en la producción de gas), B (tiempo medio de producción de gas) y C (una constante indicadora de la tasa de cambio de producción de gas). Las tendencias de los parámetros A, B, C. En todos los parámetros se encontró una tendencia lineal, tendiendo a aumentar significativamente ($P < 0.01$) en los parámetros A y B, y disminuir en C. El parámetro A fue 53.1, 47.2, 52.1 y 53.7 (ml/200 mg/MS) para los periodos primavera, inicio de verano, final de verano y otoño respectivamente.

Palabras clave: forraje, digestibilidad, calidad, producción de gas, madurez.

Introducción

La alfalfa (*Medicago sativa*) es uno de los principales forrajes para la alimentación de ganado lechero. Su forraje llega a constituir hasta un 25 % de la dieta de vacas en producción (Lacefield, 2004). Esta leguminosa juega un papel muy importante, debido a que provee un forraje rico en nutrientes. Su contenido de proteína es de alrededor de 18%, por lo que se puede utilizar como suplemento en las dietas para rumiantes e incrementar la ingestión y la digestibilidad de los forrajes de menor calidad (Coblentz *et al.*, 2008). La madurez de la alfalfa al momento del corte juega un papel importante en la calidad nutricional del forraje. Existe una relación con el avance en la madurez de la alfalfa y la disminución en la degradabilidad ruminal del forraje (Buxton y Brasche, 1991; Coblentz *et al.*, 2008). Se sabe que con el avance de la madurez todas las plantas presentan cambios fisiológicos, estos cambios son el resultado de acumulación de celulosa y otros carbohidratos complejos, que conducen a un proceso de lignificación (Orloff y Putnam, 2004). Todos estos cambios fisiológicos dificultan la digestión de las fibras por las bacterias ruminales, disminuyendo su degradabilidad (Hall *et al.*, 2000). En variedades de alfalfa utilizadas en Chihuahua México, poco se conoce acerca de la degradabilidad de la materia seca en heno de alfalfa y el efecto que tiene el incremento de la madurez. El objetivo fue evaluar parámetros degradabilidad ruminal de materia seca por efecto del incremento de madurez en alfalfa establecida en la

zona centro-sur del Estado de Chihuahua México. Los resultados obtenidos serán de gran interés para los productores de forraje y ganaderos del estado de Chihuahua, México.

Materiales y Métodos

Durante el 2008 se realizaron evaluaciones en dos variedades de alfalfa en cuatro periodos del año y en cinco etapas de crecimiento (días de corte). El área de muestreo se ubica en el municipio de Delicias, Chihuahua, México, en el área de cultivos del distrito de riego 05. Se localiza en la región Centro Sur del estado de Chihuahua. (INAFED, 2009). Las variedades de alfalfa evaluadas fueron excelente (9HQ), y la multifoliar (9HQ ML) (AgriBioTech.com.mx), en cuatro periodos del año: primavera (P), inicio de verano (IV), final de verano (FV) y otoño (O), en tres estados fenológicos (crecimiento, botón y floración). Se establecieron ocho exclusiones en diferentes parcelas con un área de 4 m² cada una. Cada exclusión se dividió en cinco partes iguales para realizar un corte en intervalos de cinco días (0, 5, 10, 15 y 20 días) logrando cinco cortes en total por periodo. El primer corte, o día cero de corte de cada periodo, se realizó a una altura mayor o igual a 40 cm en estado fenológico de crecimiento. Las fechas de muestreo se estructuraron de manera que el corte al Día 10 coincidiera con el inicio parte de floración. En cada muestreo se cortó la planta en una de las 5 divisiones de cada exclusión. El segundo muestreo o corte al día cinco se realizó cinco días posteriores al primer muestreo. En cada corte se tomó muestra para el análisis de laboratorio, se midió la altura de la planta en centímetros y el estado fenológico. A las muestras se les evaluó en laboratorio: materia seca (MS) y parámetros de degradabilidad de producción de gas *in vitro*. (Menke y Steingass 1988), con algunas modificaciones para incubaciones en frascos de acurdo a Muro *et al.* (2000). Este método es usado para determinar la cantidad de gas producido mediante la incubación de alimentos para rumiantes en un periodo de 96 h. La cantidad de gas liberado está estrechamente relacionado con la degradabilidad del alimento. El análisis de los datos de producción de gas se ajustó con el modelo monofásico de Groot (Groot *et al.*, 1996) mediante el procedimiento NLIN del SAS® (SAS, 2002). Este proceso da como resultado los parámetros de producción de gas. La ecuación del modelo monofásico es:

$$G = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{1 + \frac{B_i^{C_i}}{t^{C_i}}}$$

Donde:

G = Media de la producción de gas (ml/200 mg/MS) para un tiempo de incubación dado.

A = Asíntota de producción de gas (ml/200mg MS)

B =Tiempo (h) después de la incubación en la cual la mitad de la producción de gas ha sido alcanzada.

C = Constante que indica la tasa de cambio de producción de gas.

t = Es la variable predictora que representa el tiempo de incubación en horas.

Una vez obtenidos los parámetros de degradabilidad ruminal se analizaron con el procedimiento GLM (*general linear model*) de SAS versión 9.0 (SAS, 2002). El modelo estadístico utilizado consideró un diseño en parcelas subdivididas, utilizando variedad como parcela grande, periodo de corte como parcela mediana y día de corte como parcela pequeña.

Resultados y Discusión

Los niveles de significancia en los efectos principales y sus interacciones en heno de alfalfa se muestran en el Cuadro 1. La variedades evaluadas no mostraron diferencias ($P > 0.05$) en ninguna de las variedades evaluadas. El efecto periodo tuvo significancia en los parámetros A y B. Los parámetros de degradabilidad a través del avance de madurez presentan diferencias con significancia ($P > 0.05$).

Cuadro 1. Niveles de significancia observados ($p > f$) para efectos principales y sus interacciones en heno de alfalfa de la región de delicias, Chihuahua., México.

EFECTO	A	B	C
Variedad	-	-	-
Periodo	-	<0.01	<0.01
Var*Per.	-	-	-
Día	<0.01	<0.01	<0.01
Var*Día	-	-	-
Per*Día	<0.01	<0.01	<0.01
Var*Per*Día	-	-	-

Var = Variedad, Per = Periodo, A = asíntota en la producción de gas. B = tiempo medio de producción de gas C = una constante indicadora de la tasa de cambio de producción de gas, (-) = Sin diferencias significativas ($P > 0.05$).

Los parámetros de degradabilidad ruminal de la materia seca en heno de alfalfa obtenidos con el modelo monofásico de Groot (Groot *et al.*, 1996) se muestran en el Cuadro 2. Los promedios generales de los periodos primavera, inicio de verano, final de verano y otoño, además, las tendencias de los parámetros A, B, C.

Cuadro 2. Medias de cuadrados mínimos de los parámetros de la degradabilidad ruminal de la materia seca estimados por perfiles de producción de gas *in vitro*, y contrastes ortogonales por periodo y día de corte.

Efecto	A	B	C
Periodo de corte			
Primavera	53.10	18.18	1.15
Inicio de verano	47.20	13.49	1.27
Final de verano	52.18	14.80	0.98
Otoño	53.78	17.68	1.33
Días			
0	49.38	12.92	1.25
5	47.65	14.98	1.25

10	52.91	15.40	1.18
15	53.78	18.11	1.13
20	54.16	18.84	1.08
Contrastes (días de corte)			
Lineal	<0.01	<0.01	<0.01

A = asíntota en la producción de gas. B = tiempo medio de producción de gas C = una constante indicadora de la tasa de cambio de producción de gas

En todos los parámetros se encontró una tendencia lineal, tendiendo a aumentar significativamente ($P < 0.01$) en los parámetros A y B, y disminuir en C. El parámetro A fue 53.1, 47.2, 52.1 y 53.7 (ml/200 mg/MS) para los periodos primavera, inicio de verano, final de verano y otoño respectivamente. El parámetro B expresado en horas se comportó de forma lineal ($P < 0.01$) con promedio de 12.9 para el corte al día cero y 18.8 para el heno cortado a los veinte días. El promedio del parámetro B en primavera fue de 18.1, en inicio de verano 13.4, en final de verano 14.8 y en otoño 17.6. El parámetro C mostro tendencia lineal ($P < 0.01$), el promedio para el heno cortado al día cero fue 1.2 ml h^{-1} , mientras que el heno cortado a los veinte días fue 1.08. En promedio para el periodo primavera fue 1.1 ml h^{-1} , en inicio de verano 1.2 ml h^{-1} , en final de verano 0.9 ml h^{-1} y en otoño 1.3 ml h^{-1} .

Conclusiones

En conclusión la importancia de los parámetros de producción de gas en el experimento fue el tiempo medio de producción de gas (parámetro B) donde se observa el incremento lineal a través de la madurez dando como resultado un aumento en el tiempo de digestibilidad del sustrato, en este caso el heno de alfalfa, por lo que se ve afectado por la madurez, a su vez el parámetro C como era de esperarse disminuye linealmente conforme la madurez avanza por lo que se corrobora junto con el parámetro B la lenta degradación del sustrato durante el tiempo en el heno cortado con avanzada madurez.

Literatura Citada

- Buxton, D.R., and M.R. Brasche. 1991. Digestibility of structural carbohydrates in cool-season grass and legume forages. *Crop Sci.* 31: 1338–1345.
- Coblentz W. K., Brink G. E., Martin N. P., and Undersander D. J. 2008. Effects of harvest timing on estimates of rumen degradable protein from alfalfa forages. *Crop Sci* 48:778-788.
- Groot, J.C.J., Cone, J.W., Williams, B.A., Debersaques, E.M.A. and Lantinga, E.A. (1996) Multiphasic analysis of gas production Kinetics for *in vitro* fermentation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 64:77-89.
- Hall H. M, Smiles S. W, y Dickerson A. R, (2000). Morphological Development of Alfalfa Cultivars Selected for Higher Quality. *Agron. J.* 92:1077–1080.
- INAFED. 2009. Enciclopedia de los municipios de México, estado de Chihuahua. Delicias. 2009. disponible en http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chi_huahua/Mpios/08021a.htm. con acceso el 10 de septiembre de 2009.

- Lacefield D.G., 2004. Alfalfa Quality: What is it? What can we do about it? Will it pay?, UC, Cooperative Extension, University of California, Davis. Disponible en: <http://alfalfa.ucdavis.edu>, con acceso en noviembre de 2008
- Menke, K. H. and Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Develop.* 28:7-55.
- Muro R. A. 2007. Efectos de la fuente de fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y proteína sobre la cinética de degradación ruminal *in vitro*. Tesis de disertación doctoral. Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua
- Orloff Steve y Dan Putnam (2003). UC Intermountain Alfalfa. Quality Prediction Stick Univeristy of California Cooperative Extension Disponible en: <http://alfalfa.ucdavis.edu>, con acceso en febrero de 2009.
- SAS. 2002. SAS. User's Guide, Version 9.0 SAS Institute Inc., Cary. NY.

CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO Y ACIDO EN ALFALFA POR INFLUENCIA DE LA MADUREZ

CHANGES IN THE CONTENT OF NEUTRAL DETERGENT FIBER AND ACID IN ALFALFA FOR INFLUENCE OF MATURITY

* Oscar. Serna, Juan. O. Ronquillo, José. G. Terrazas, Francisco. J. González, Octavio Núñez

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 33.3 Carr. Chihuahua-Ojinaga, Aldama, Chihuahua. *serna.oscar@inifap.gob.mx*

Resumen

Durante el 2008 se evaluaron dos variedades de alfalfa y el efecto que tiene el avance de la madurez en relación al contenido de pared celular. La evaluación consistió en dos variedades, durante los periodos de inicio y final de primavera, verano e inicio de otoño, en 5 días de cortes. Los cortes se realizaron a partir de una altura de .40 mts, posteriormente en intervalos de 5 días para obtener 5 cortes en total. Las muestras obtenidas se les evaluó fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente acido (FDA) y lignina detergente acido (LDA). Los resultados no indican diferencia entre variedades. Se encontró diferencia para el día de corte, indicando cambios a través del avance la madurez. Se encontró interacción triple en FDN y FDA. Durante el otoño el heno de alfalfa tiene menor contenido de FDN, en comparación con los otros periodos de corte.

Palabras clave: forraje, fibra detergente acido, fibra detergente neutro, lignina, madurez.

Introducción

La alfalfa (*Medicago sativa*) es uno de los principales forrajes que componen las dietas en ganado lechero, debido a sus características nutricionales, difícilmente superada por algún otro forraje (Cash y Bowman, 1993). La madurez de la alfalfa al momento del corte juega un papel importante en la calidad nutricional del forraje. Existe una relación con el avance en la madurez de la alfalfa y la disminución en la calidad del forraje (Buxton y Brasche, 1991). Esto a su vez; tiene un efecto profundo en el rendimiento del animal, en la producción de leche y valor en el precio del heno de la alfalfa (Lacefield, 2004). La baja calidad que presenta la alfalfa conforme aumenta su madurez es similar en todas las plantas y esto se debe principalmente al aumento de los componentes celulares indigestibles como la lignina y consecuentemente en la disminución de los componentes nutritivos. Lo anterior repercute primeramente en la disminución de la palatabilidad y digestibilidad así como en el incremento de compuestos indigestibles que al final solo ocuparan volumen a nivel ruminal entorpeciendo el desempeño óptimo de producción en el ganado (Lacefield, 2004). Como resultado la baja calidad de este forraje por prácticas agronómicas inadecuadas los costos de alimentación se verán incrementados (Sulc M., 1997; Sulc *et al.*, 1999). A la fecha varios estudios han logrado caracterizar el análisis químico del heno de alfalfa (Hall *et al.*, 2000; Orloff y Putnam, 2004), no obstante, En la región centro-sur del estado de Chihuahua, el comportamiento nutricional de variedades alfalfa a través del avance de la madurez están bien definidos. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del estado de madurez en la calidad nutricional del heno de alfalfa de las variedades excelente y multifoliar. Esta información ayudará a los productores de heno de alfalfa a determinar cuándo cosechar un forraje de excelente calidad para la alimentación de ganado lechero.

Materiales y Métodos

El área de muestreo se ubica en el municipio de Delicias, Chihuahua, dentro del distrito de riego 005. Se localiza en la región Centro Sur del estado de Chihuahua (INAFED, 2009). En parcelas de alfalfa se evaluaron las variedades excelente (9HQ), y la multifoliar (9HQ ML) (AgriBioTech.com.mx). Durante el año 2008 se realizaron las mediciones en cuatro periodos del año: primavera (P), inicio de verano (IV), final de verano (FV) y otoño (O), en tres estados fenológicos (crecimiento, botón y floración). Se establecieron ocho exclusiones en diferentes parcelas con un área de 4 m² cada una, cada exclusión se dividió en cinco partes iguales para realizar un corte en intervalos de cinco días (0, 5, 10, 15 y 20 días) logrando cinco cortes en total por periodo. El primer corte, o día cero de corte de cada periodo, se realizó a una altura mayor o igual a 40 cm en estado de crecimiento. El segundo muestreo o corte al día cinco se realizó cinco días posteriores al primer muestreo. En cada corte se tomó muestra para el análisis de laboratorio, se midió la altura de la planta en centímetros y el estado fenológico. A las muestras se les evaluó en laboratorio el fraccionamiento de la fibra. La fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina detergente ácido (LDA) se efectuó de acuerdo a Van Soest *et al.* (1991). Los datos colectados en el estudio se analizaron con el procedimiento GLM (general linear model) de SAS versión 9.0 (SAS, 2002). El modelo estadístico utilizado considero un diseño de parcelas subdivididas, tomando a la variedad como parcela grande, periodo de corte como parcela mediana y día de corte como parcela chica.

Resultados y Discusión

No se encontró diferencia entre variedades ($P > 0.05$). El efecto de día de corte fue significativo en todos los casos ($P < 0.05$), lo cual se toma como parámetro indicador de la madurez ya que este se relaciona con parámetros importantes como la calidad del heno de alfalfa, junto con otros factores como variedad y periodo de corte. Algunos autores que han realizado estudios similares con calidad en forrajes (Sulc *et al.*, 1999), afirman que la madurez es un factor importante en la calidad nutricional de los forrajes.

CUADRO 1. NIVELES DE SIGNIFICANCIA OBSERVADOS ($P > F$) PARA EFECTOS PRINCIPALES Y SUS INTERACCIONES EN HENO DE ALFALFA DE LA REGIÓN DE DELICIAS, CHIH., MÉXICO.

EFEECTO	Altura	FDN	FDA	LDA
Variedad	-	-	-	-
Periodo	-	-	-	-
Var*Per.	-	-	<0.05	-
Día	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Var*Día	-	-	-	-
Per*Día	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Var*Per*Día	-	<0.05	<0.01	-

Var = Variedad, Per = Periodo, FDN = Fibra detergente neutro, FDA = Fibra detergente ácido, LDA = Lignina detergente ácido, (-) = Sin diferencias significativas ($P > 0.05$).

La interacción variedad*periodo*día de corte fue significativa para el contenido de FDN ($P < 0.05$), donde la variedad multifoliar en el final de verano acumuló mayor concentración de FDN alcanzando un promedio de 46.7%, además se observa un aumento mayor a través de los

días de corte en relación a los demás periodos. La variedad excelente en el periodo final de verano tiene una concentración de 45.5% ocupando el segundo sitio en concentración de FDN, por lo que se debe tomar en cuenta al tiempo de de la cosecha para estas épocas las variedades mencionadas ya que puede afectar con la calidad nutricional del heno de alfalfa cosechada. Desde el punto de vista de calidad de la alfalfa, lo optimo es lograr un menor contenido de fibra por lo que se sugiere cosechar el heno de alfalfa en el día veinte en la variedad multifoliar en el periodo primavera, además en el periodo otoño en ambas variedades, debido a que se obtuvieron menores concentraciones en FDN (Grafica 1).

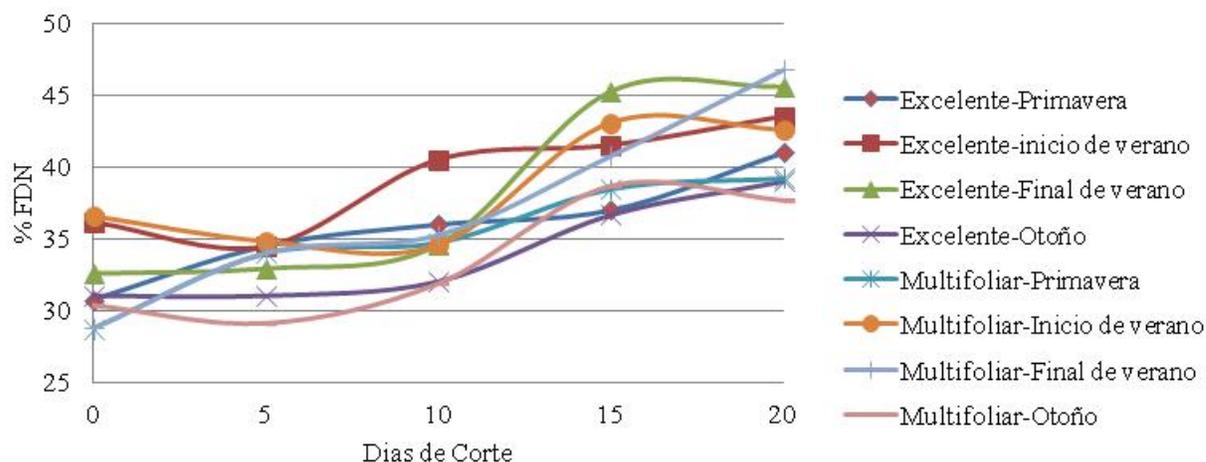


Figura 1. Tendencias de contrastes lineales de la concentración de fibra detergente neutro (FDN) de dos variedades de alfalfa y cuatro periodos de corte.

La Grafica 2 muestra las tendencias de contrastes lineales de la concentración de fibra detergente ácido (FDA) de dos variedades de alfalfa y cuatro periodos de corte. Durante la primavera el aumento en el contenido de FDA comenzó en el heno cortado al día cero con promedio de 17.5 a un 29.8% en heno cortado a los veinte días en la variedad excelente. En la variedad multifoliar fue 17.1 a 28.3% en el heno cortado a los cero y veinte días respectivamente. En el periodo inicio de verano la FDA inicio con promedio para el heno cortado al día cero que va de 20.2 a 29.9% en el heno cortado a los veinte días, en la variedad excelente. Para la variedad multifoliar se encontraron valores que van de 19.9 a 28.9% para el heno cortado a los cero hasta los veinte días. En el periodo de final de varano el incremento en el contenido de FDA para el corte al día cero fue 19.3 y 28% para el heno cortado al día veinte en la variedad excelente y 18.6 a 28.3% en la variedad multifoliar. Para el periodo otoño los promedios obtenidos fueron 20.7% para el corte al día cero y 28.7 al corte al día veinte en la variedad excelente y un 21 a 26.5% en la variedad multifoliar. La interacción variedad*periodo*día de corte fue significativa para el contenido de FDA encontrando los principales efectos siendo la variedad excelente en el periodo inicio de verano la que obtuvo un mayor concentración de FDA con promedio de 29.9%, además en esta misma variedad en el periodo primavera logró una concentración alta ocupando el segundo plano en concentración de FDA con promedio 29.8%, siendo estos valores en el heno cortado al día veinte, por lo que se debe tomar en cuenta para el momento de la cosecha ya que el heno cortado a los veinte días en las condiciones antes mencionadas puede tener una mayor concentración de FDA y esto tiene importancia debido a que puede afectar la digestibilidad del heno.

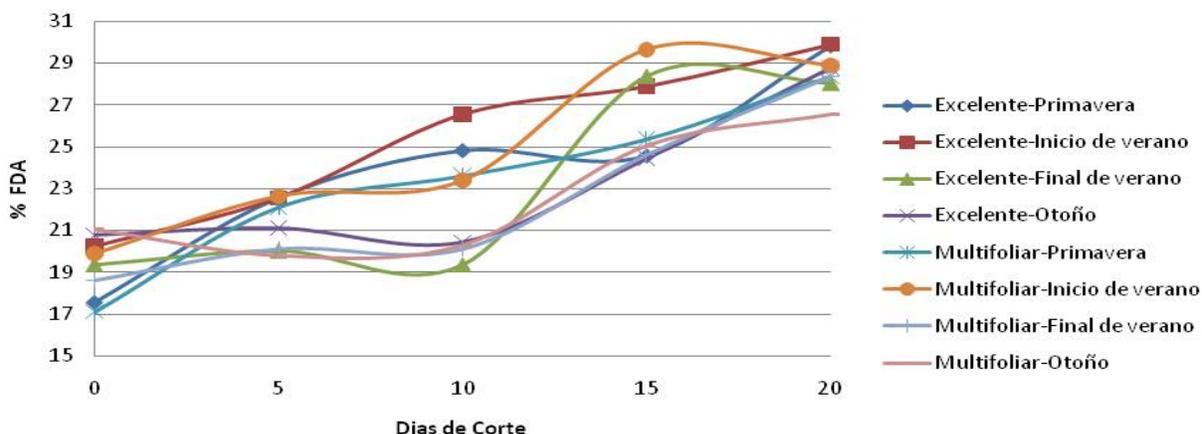


Figura 2 Tendencias de contrastes lineales de la concentración de fibra detergente ácido (FDA) de dos variedades de alfalfa y cuatro periodos de corte.

El Cuadro 2 muestra las tendencias del contenido de LDA con el efecto de día de corte. Los datos obtenidos durante el periodo de primavera, mostraron tendencias lineales significativas ($P < 0.01$) en las concentraciones de LDA con promedio para el corte al día cero de 3.2% y aumenta a un 7.2% para el heno cortado a los veinte días en la variedad excelente, para la variedad multifoliar comienza con 3.4% y al corte del día veinte alcanza un 6.7% de LDA. En el periodo otoño no se encontró efecto entre los días de corte ($P > 0.05$). Jung y Engels (2002) en un estudio similar, encontraron que la lignina aumenta conforme avanzan los días después del rebrote de la planta aumentando de 10 puntos porcentuales a partir de que comienza el rebrote hasta la floración.

Día de corte	Primavera	Inicio de verano	Final de verano	Otoño
0	3.26 ^a	6.14 ^b	7.32 ^b	6.01 ^b
5	4.90 ^a	7.38 ^b	6.39 ^b	8.09 ^b
10	5.39 ^a	7.89 ^b	4.63 ^b	6.40 ^b
15	5.76 ^a	7.30 ^b	9.70 ^b	5.79 ^b
20	7.28 ^a	7.59 ^b	8.38 ^b	6.56 ^b
EE	0.487	0.561	0.939	1.628
Contrastes (Día de corte)				
Lineal	<0.01	<0.01	<0.01	NS

(*) =% en base a materia seca, EE = Error estándar de la media, NS = No significativo, a,b = Literales distintas como superíndice indican diferencia ($P < 0.05$)

En relación a esto, estudios realizados han demostrado que la presencia de lignina aumenta con la madurez de la planta, Jung y Engels (2002) en un estudio similar, encontraron que la lignina aumenta conforme avanzan los días después del rebrote de la planta aumentando de 10 puntos porcentuales a partir de que comienza el rebrote hasta la floración, indicando aumenta en la pared celular y disminución de la digestibilidad de la planta.

Conclusiones

La madurez en las plantas es un factor decisivo para realizar la cosecha, es recomendable cosechar a los 15 días a partir de que la planta alcance una altura de .40 metros. Es importante tomar en cuenta el comportamiento de la concentración de pared celular en alfalfa a través de cada periodo del año.

Literatura Citada

- Buxton, D.R., and M.R. Brasche. 1991. Digestibility of structural carbohydrates in cool-season grass and legume forages. *Crop Sci.* 31: 1338–1345.
- Cash D. y Bowman H., 1993. Alfalfa Hay Quality Testing. Plant and Soil Science Department, MSU. <http://www.osuextra.com>, con acceso en febrero de 2008
- Hall H. M, Smiles S. W, y Dickerson A. R, (2000). Morphological Development of Alfalfa Cultivars Selected for Higher Quality. *Agron. J.* 92:1077–1080.
- INAFED. 2009. Enciclopedia de los municipios de México, estado de Chihuahua. Delicias. 2009. disponible en <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08021a.htm>. con acceso el 10 de septiembre de 2009.
- Jung H. G. y F. M. Engels. 2002. Alfalfa Stem Tissues: Cell Wall Deposition, Composition, and Degradability. *Crop Sci.* 42:524–534.
- Lacefield D.G., 2004. Alfalfa Quality: What is it? What can we do about it? Will it pay?, UC, Cooperative Extension, University of California, Davis. Disponible en: <http://alfalfa.ucdavis.edu>, con acceso en noviembre de 2008
- Orloff S. y Putnam D., 2004. Balancing Yield, Quality and Persistence. UC Cooperative Extension, University of California, Davis. Disponible en: <http://alfalfa.ucdavis.edu>, con acceso en febrero de 2009.
- SAS. 2002. SAS. User's Guide, Version 9.0 SAS Institute Inc., Cary. NY.
- Sulc M., 1997. Producing Quality Forage. Dept. of Horticulture and Crop Science. The Ohio State University, Columbus, Oh.
- Sulc, R.M., Albrecht A.K, Owens N.V, y Cherney H.J, 1999 Update on Predicting Harvest Time for Alfalfa., In *Proc. Tri-State Dairy Nutrition.*, p. 167 – 177. The Ohio State University Disponible en <http://www.uwex.edu/>. Con acceso en Julio de 2009.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides (NSP) in relation to animal nutrition. *J. dairy Sci.* 74: 3583-3597.

PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE *Camelina sativa* EN CHIHUAHUA MÉXICO

PRODUCTION AND NUTRITIONAL QUALITY OF *Camelina sativa* IN CHIHUAHUA MEXICO

¹Oscar Serna Beltrán, ²Antonio H. Chávez Silva, ¹Daniel Albarran A. y ¹Francisco González G.

¹ Sitio Experimental La Campana INIFAP y ²Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH

Resumen

Durante el 2010 se estableció *Camelina sativa* como cultivo, con el objetivo de evaluar el rendimiento de forraje y producción de semilla. Las evaluaciones consideraron tres variedades de camelina: calena, ligena y suneson. Se establecieron parcelas en la región centro sur de Chihuahua, México. La siembra se llevo a cabo el 8 de febrero de 2010 con una densidad de 10 kg/ha. Se determinó producción de forraje verde (ton/ha), producción de forraje seco (ton/ha), producción de semilla (kg/ha). En laboratorio se analizó proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (contenido de grasa), cenizas y extracto libre de nitrógeno. Los resultados indican una producción de forraje verde de 10.62 ton/ha, 3.0 ton/ha de forraje seco y 850 kg/ha de producción de semilla. La proteína cruda (PC) fue 28.53 %, fibra cruda 20.58%, grasa 12.9 %, cenizas 4.43 % y el extracto libre de nitrógeno con 33.48%.

Introducción

Camelina sativa es uno de varios cultivos de semillas oleaginosas en estudio por su valor potencial en la producción de biocombustibles. Esta planta herbácea es perteneciente a la familia *Brassicaceae*, se ha identificado con potencial para cultivo en invierno. Es nativa de Europa del Norte y Asia Central, pero se ha introducido en América del Norte, posiblemente como una maleza, sin embargo, esta planta produce semillas oleaginosas, cuyo interés en la especie se debe principalmente a los bajos costos de producción con potencial para una utilización del aceite de las semillas (Seehuber 1984; Putnam *et al.*, 1993). Investigaciones agronómicas en el cultivo de *Camelina* se han llevado a cabo en Europa (Marquard y Kuhlmann, 1986) y América del Norte (Plessers *et al.*, 1962; Robinson 1987), en donde encontraron características únicas agronómicas, tales como la reducción de cultivos y la competitividad con las malezas. Putnam *et al.*, (1993) destacaron que la camelina mejora sus resultados cuando es sembrada en invierno y se le puede dar un doble propósito; como producción de semilla y forraje para alimentación de rumiantes, además este cultivo es de bajo costo de producción, y es adecuado para aquellas explotaciones mixtas, es decir, que se puede utilizar en invierno, mientras que en verano se establecen otro tipo de cultivos como las gramíneas. La camelina es un cultivo que no se le ha tomado gran importancia hasta hace poco años, por lo tanto, el numero de variedades es limitado. Esta planta se adapta a la mayoría de los tipos de suelos, es tolerante a la sequia, una de las principales ventajas de esta planta es por ser un cultivo de invierno se encuentra menor problema con las malezas y menos susceptibles a los ataques por insectos. Vollmann *et al.*, (1996), encontraron un

rendimiento de 1939 kg/ha, con un contenido de aceite de 410 gr/kg, y un rendimiento de aceite de 792 kg/ha, con una altura de la planta promedio de 72 cm, información similar es reportada por Putnam *et al.*, (1993) donde encontraron rendimiento de semilla de 1277 kg/ha con un 31 % de contenido de aceite, así mismo Pilgeram *et al.*, (2007), destacan la importancia de esta planta y mencionan el potencial, los autores encontraron producción de semilla hasta 1344 kg/ha y una producción de 449 L/ha de la cual se obtiene 2.6 dólares/L en productos culinarios, 2.6 dólares/L en productos cosméticos, hasta 1.6 dólares/L en biolubricantes y hasta 0.6 dólares/L en biodiesel, además el desecho obtenido a partir de la extracción de aceite es también utilizado para la alimentación animal, como abono en tierras agrícolas, y utilizado para la producción de huevo y leche, esto con un valor aproximado de 272 dólares la tonelada. En México, se conoce poco acerca de este cultivo, por lo que nuestro objetivo es determinar la producción de forraje y de semilla, así como su contenido nutricional en *Camelina sativa* en el estado de Chihuahua, México.

Materiales y Métodos

Durante el 2010 se establecieron en franjas de 60 hileras (surcos) por 95 m de largo 3 variedades de camelina sativa: calena, ligena y suneson, en terrenos del Campo Experimental Delicias, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el km 2 Carretera Delicias – Rosales, en Cd. Delicias, Chihuahua. La siembra se llevó a cabo el 8 de febrero de 2010 con una densidad de 10 kg/ha a 2 cm de profundidad, cada variedad se estableció en franjas de 20 surcos espaciados a 0.80 m. La dosis de fertilización empleada fue 75-46-00 con aplicación el 1 febrero. Durante el crecimiento y desarrollo de la planta se llevaron a cabo 3 cultivos y tres riegos. Para la colección de muestras se llevaron a cabo 10 muestreos al azar por cada variedad a los 100 DDS (días después de la siembra) y se tomaron datos de altura (cm), producción de forraje verde (t/ha), producción de forraje seco (t/ha). Posteriormente a los 110 DDS se tomaron muestras de semilla para determinar producción de semilla (kg/ha), se analizó en laboratorio: Proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (contenido de grasa), cenizas y extracto libre de nitrógeno. Los datos colectados en el estudio se analizaron con el paquete estadístico de SAS 9.0 (SAS, 2002) se llevo a cabo una comparación de medias.

El modelo utilizado fue: $Y_i = \mu + V_i + E_i$

Donde:

Y_i = Variable de respuesta, μ = Media general, V_i = Efecto de la variedad i , E_i = Error

Resultados y Discusión

La camelina en el estado de Chihuahua alcanzó una altura similar para las variedades evaluadas (64.8 cm promedio), con una producción de forraje verde de 10.62 toneladas por hectárea y con 3 toneladas por hectárea de forraje seco. En relación a la producción de semilla se encontró una media de 850 kilogramos por hectárea. El Cuadro 1 muestra las medias de altura, producción de forraje y semilla en las variedades evaluadas. La altura en la planta es similar para las variedades evaluadas, sin embargo, para la producción de forraje verde, se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) para la variedad suneson, la cual obtuvo una mayor producción (11.72 t/ha) respecto a la variedad ligena (9.68 t/ha), en la variedad calena no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) en comparación a la variedad ligena suneson. En relación a la producción de forraje seco

no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre las variedades evaluadas. La producción de semilla se mantiene similar entre variedades, sin diferencias significativas ($P > 0.05$), en general la producción de semilla de camelina fluctúa entre los 820 y 890 kilogramos por hectárea.

Cuadro 1. Medias de altura, producción de forraje y semilla de *Camelina sativa*.

VARIEDAD	ALTURA ¹	FORRAJE VERDE ²	FORRAJE SECO ²	PRODUCCIÓN DE GRANO ³
LIGENA	63.5 ^a	9.68 ^a	2.96 ^a	841 ^a
CALENA	64.2 ^a	10.48 ^{ab}	3.08 ^a	890 ^a
SUNESON	66.9 ^a	11.72 ^b	2.98 ^a	820 ^a
Valor de P	NS	<0.05	NS	NS

a,b = Literales distintas como superíndice indican diferencia ($P < 0.05$)

¹ = Centímetros

² = Toneladas por hectárea, ³ = Kilogramos por hectárea, NS = No Significativo ($P > 0.05$)

El análisis bromatológico de la semilla se describe en el Cuadro 2. El contenido de proteína cruda en la camelina es similar para las variedades evaluadas, no encontrando diferencia significativa ($P > 0.05$), en promedio se encontró con 28.53% de proteína. El menor contenido de fibra se encontró en la variedad suneson con 18.64%, la variedad calena con 20.24%, encontrando diferencia significativa ($P > 0.05$), la variedad ligena, obtuvo mayor concentración de fibra (22.86%).

Cuadro 2.- Análisis proximal de *Camelina sativa*

VARIEDAD	% PROTEÍNA CRUDA	% FIBRA CRUDA	% GRASA	% CENIZAS	% ELN
CALENA	28.05 ^a	20.24 ^a	12.57 ^a	4.38 ^a	34.73 ^a
LIGENA	28.90 ^a	22.86 ^b	12.31 ^a	4.41 ^a	31.48 ^b
SUNESON	28.65 ^a	18.64 ^a	13.92 ^b	4.52 ^a	34.25 ^a
VALOR DE P	NS	<0.05	<0.01	NS	<0.05

^{a,b} = Literales distintas como superíndice indican diferencia ($P < 0.05$)

ELN = Extracto libre de nitrógeno

NS = No Significativo ($P > 0.05$)

En relación al contenido de grasa, la mayor concentración encontrada fue 13.92% en la variedad suneson, y con menor concentración la variedad calena y ligena con 12.57 y 12.31% respectivamente, encontrando diferencia significativa ($P < 0.05$). En relación al contenido de cenizas no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre las variedades evaluadas, en promedio la camelina tiene 4.43% de cenizas. El contenido de extracto libre de nitrógeno (ELN) se encontró en menor concentración la variedad ligena con 31.48%, mientras la variedad calena y suneson se comportó de forma similar con 34.73 y 34.25% respectivamente.

Conclusiones

En términos de producción de forraje y calidad nutricional, la variedad suneson presenta mejores resultados. El cultivo de camelina para el estado de Chihuahua logra ser una opción de cultivo

para invierno, sin embargo este cultivo presenta bajos rendimientos en comparación a otros cultivos de invierno, como lo son las praderas invernales. Es recomendable llevar a cabo pruebas de alimentación con este cultivo para conocer la respuesta productiva en el ganado.

Literatura Citada

- Marquard,R. y H. Kuhlmann. 1986. Investigations of productive capacity and seed quality of linseed dodder (*Camelina sativa* Crtz.). *Fette-Seifen-Anstrichmittel* 88:245-249.
- Plessers,A. G., W. G. McGregor, R. B. Carson, y W. Nakoneshny. 1962. Species trials with oilseed plants, II. *Camelina*. *Can. J. Plant Sci.* 42:452-459.
- Pilgeram,A. L., D. C. Sands., D. Boss., N. Dale., D. Wichman., P. Lamb., C. Lu., R. Barrows., M. Kirkpatrick., B. Thompson y D. L. Johnson. 2007. Reprinted from: *Issues in new crops and new uses.* J. Janick and A. Whipkey (eds.). ASHS Press, Alexandria, VA.
- Putnam,D. H., J. T. Budin., L. A. Field y W. M. Breene. 1993. *Camelina: a promising low-input oilseed.* p. 314-322. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), *New crops.* Wiley, New York.
- Robinson,R. G. 1987. *Camelina: A useful research crop and a potential oilseed crop.* Minnesota Agr. Expt. Sta., Univ. Minnesota. Bul. 579.
- SAS. 2002. *SAS. User's Guide, Version 9.0* SAS Institute Inc., Cary. NY.
- Seehuber,R. 1984. Genotypic variation for yield- and quality-traits in poppy and false flax. *Fette- Seifen-Anstrichmittel* 86:177-180.
- Vollmann,J., A. Damboeck., A. Eckl., H. Schrems y P. Ruckenbauer. 1996. Mejora de las *Camelina sativa*, Un poco explotadas de semillas oleaginosas. p. 357-362. En: J. Janick (ed.), *Avances en nuevos cultivos.* Pulse ASHS, Alexandria, VA.

PRODUCCION DEL CLON CUBANO OM-22 (*Pennisetum purpureum*) UTILIZANDO NIVELES DE FERTILIZACIÓN Y FRECUENCIAS DE CORTE

OM-22 CUBAN CLONE (*Pennisetum purpureum*) PRODUCTION WITH LEVELS OF FERTILIZATION AND FREQUENCYS CUTTING DIFFERENTS.

Edgar E. Sosa*, María del C. Zavaleta¹, Eduardo J. Torres¹, José D. Pérez¹

¹ CIR-SURESTE Campo Experimental Chetumal-INIFAP sosa.edgar@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar la productividad del Forraje del Clon Cubano OM-22 (*Pennisetum purpureum*), con fertilización orgánica e inorgánica y tres frecuencias de corte. El experimento se realizó en el Campo Experimental. Chetumal del INIFAP en Quintana Roo, con clima subtropical húmedo Aw1, a 10 msnm, con temperatura promedio de 27.6° C y una precipitación media anual de 1300 mm. El período de mayor precipitación comprende los meses de junio a noviembre, donde se registra el 70% de la misma. Los suelos del área de estudio son los denominados luvisoles crómicos, caracterizados por tener buen contenido de materia orgánica. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con arreglo factorial 3 x 3, con tres repeticiones, siendo el primer factor el tipo de fertilización (0 testigo, biofertilizante y fertilización inorgánica 150 kg/N/ha) y el segundo factor las frecuencias de corte (60, 90 y 120 días). La siembra se realizó con material vegetativo en parcelas de 2.5 x 3 m, los muestreos se realizaron de acuerdo a la fecha de corte cortando a una altura de 15 cm del suelo. Para el análisis estadístico se utilizó el procedimiento ANOVA del sistema SAS y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tuckey. Las variables medidas fueron: altura de planta (AP), circunferencia de la planta (CP), número de hijatos (NH), número de yemas (NY), largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH) y producción de materia seca (MS). Los resultados indican diferencias ($p \leq 0.01$) para frecuencias de corte (60,90 y 120) en las variables: AP con 116, 132 y 148 cm respectivamente; para CP con 124.5, 138.5 y 144.6 cm; para LH con 58.7, 62.1 y 66.7 cm; NY con 6.1, 6.9 y 8.0 respectivamente. Para fertilización los resultados indican diferencias ($p \leq 0.01$) para las variables AP y NY. Para NY no se encontró diferencia ($p \geq 0.01$) para fertilización y frecuencia de corte con valores de 21.4 24.4 y 29.4. Para la interacción solo se observo diferencia ($p \leq 0.01$) para la variable producción de MS obteniéndose el mayor promedio con el tratamiento biofertilizante + corte a 60 días con 55 t/MS/ha y el menor el no fertilizado + corte a 120 días con un promedio de 40 t/MS/ha.

Palabras clave: fertilización, clon cubano OM-22, frecuencia de cortes.

Introducción

Uno de los problemas que enfrenta la ganadería regional es la producción y calidad del forraje, ya que el suelo se desgasta, debido al uso del monocultivo año tras año provocando el agotamiento de ciertos nutrientes empobreciéndolo, (Fonseca, 2007). Otro problema que causa la baja producción de forraje es la pérdida del suelo fértil o la erosión, efecto de las malas técnicas de cultivo y sobrepastoreo, debido a que la regeneración de los suelos es lento. La degradación del suelo también afecta en el forraje ya que el suelo se contamina, provocado por grandes cantidades de productos tales como: residuos agrícolas, urbanos e industriales, productos químicos, plaguicidas, entre otros, que contaminan el entorno y desestabilizan la plataforma biológica, (Jaquenod, 2002).

Una forma de contrarrestar la degradación del suelo es la aplicación de fertilizantes inorgánicos para proporcionar a los suelos fuentes de nutrientes adicionales en formas asimilables por las plantas, para incrementar los rendimientos de los cultivos. Con la ayuda de estos fertilizantes se ha demostrado efectividad de rendimiento en las cosechas, obteniendo productos con mayor calidad, además de que contribuyen a reducir la erosión acelerando la cubierta vegetal del suelo y protegiéndolo de los agentes climáticos, (Anffe, 2008). Sin embargo por la gran demanda y uso de los fertilizantes inorgánicos debido a que pueden tener de 20 a 100 veces más concentrados los elementos que los abonos orgánicos, son más fáciles de aplicar, requieren menos mano de obra, no requieren cuidados y tiempos necesarios para su acondicionamiento, provocaron un aumento de sus precios y gracias al uso excesivo de estos, dio como consecuencia problemas ambientales relacionados con el manejo de los mismos, (Jaquenod, 2002).

En este sentido los fertilizantes orgánicos son importantes ya que actúan sobre la estructura del suelo, ayudan en el enraizamiento y retención de agua. Un ejemplo claro son las bacterias del género *Azospirillum*, ya que se asocian simbióticamente y por lo tanto son capaces de llevar a cabo la fijación de nitrógeno atmosférico en lugares donde la concentración de oxígeno es muy baja. Por otra parte existen ciertos hongos llamados micorrizas que forman una asociación o simbiosis con las raíces de las plantas. Estos hongos actúan en el sistema radicular aportando una mejor absorción de fósforo que está en el suelo.

El uso de la micorriza tiene sus ventajas en todos los cultivos, especialmente para aquellos que presentan un sistema radicular pobre. Este tipo de fertilizante orgánico es uno de los más utilizados para la agricultura sobre todo en aquellas tierras con poca fertilidad, (González, 2009). Son importantes ya que pueden encargarse de nutrir a la planta de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre extrayéndolos del suelo. El uso de estos, ayudan a retener los nutrientes del suelo y poder mantener la humedad necesaria que cada tipo de suelo necesita para el desarrollo adecuado de los cultivos, es así que estos restituyen los niveles de materia orgánica del suelo y con esto incrementan la capacidad para retener los nutrientes minerales que se aplican en los suelos. Entre los microorganismos más utilizados se encuentran él: *Azospirillum brasilenses*, *Rhizobium etli* y los hongos micorrizógenos, (Hernández, 2003). Debido a esto la fertilización orgánica es una opción que podría ser utilizada, ya que es una técnica que se emplea para nutrir tanto a la planta como al suelo que la sustenta, para mantener y fomentar la fertilidad de este conjunto. Otro aspecto importante que tiene un efecto sobre la producción de forraje es la altura y el momento de la cosecha ya que constituyen elementos básicos en su manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfofisiológico y productivo. Se han hecho varios experimentos donde se ha estudiado la edad y altura de corte o pastoreo con el propósito de profundizar en los diferentes mecanismos relacionados con la defoliación y el rebrote. En especies del género *Pennisetum*, Argenti (2001) informó que éstas manifiestan un crecimiento rápido desde edades muy tempranas, alcanzando su máxima velocidad a las 4 semanas y su rendimiento máximo a las 20 semanas, con valores de 23 a 30 t MS/ha, dependiendo de la variedad. El aumento de la edad de rebrote provoca cambios significativos en los componentes solubles, estructurales y la digestibilidad de los pastos, lo cual hace que su valor nutritivo disminuya con el avance de la edad, cuya tasa de reducción es mayor en las gramíneas que en las leguminosas. Herrera, *et al*, (1990) al estudiar el rendimiento del pasto king grass (*Pennisetum purpureum*), demostraron que alcanzó un rendimiento anual de materia seca que oscilan entre los 20 a 28 t/ha/año) en comparación con otras variedades como el napier, que van de los 14 a 16 t/ha/año). Por otra parte Argenti, (2001) al evaluar las frecuencias de corte con respecto al rendimiento del pasto *Pennisetum purpureum* determinó que el mejor aprovechamiento alcanzando de materia seca fue de 58 ton/ha/año aproximadamente.

Es por ello que dada la importancia, de la reciente introducción de pastos de corte en suelos vertisoles de Quintana Roo, se realizó la presente investigación que permitiera dar opciones eficientes de fertilización a los productores y así disminuir el costo de producción de forraje, evitando la compra de alimentos balanceados para alimentar a los animales en la época de menor precipitación, lo cual representa alto costo de producción y disminuye su rentabilidad.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en terrenos y laboratorio del Campo Experimental Chetumal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en Quintana Roo, ubicado en el Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo Km. 25 carretera Chetumal Cancún, con 21°30' latitud norte y 89°29' longitud oeste, ha 3.5 km de la comunidad de Xul-Ha a 10 msnm, con una temperatura promedio de 27.6° y una precipitación media anual de 1300 mm.

Las parcelas experimentales se establecieron en un tipo de suelo predominantemente vertisol, los cuales son ricos en arcillas como montmorillonita que forman grieta durante la estación seca. Los vertisoles se forman típicamente de rocas tales como el basalto en climas estacionalmente húmedos o sujetos a sequías y a inundación. El color que alberga en el área es de color grisáceo.



Para el trabajo se utilizó el pasto *Pennisetum purpureum* Clon cubano OM-22 con una edad de 18 meses, ubicado en un área de 7 x 30 m, con un diseño de bloques completos aleatorios, en un arreglo factorial de 3x3x3, siendo el primer factor las frecuencias de corte (

60, 90 y 120 días), el segundo los tratamientos de fertilización (T1: Testigo, T2: Biofertilizante Micorriza + Azospirillum y T3: 150 kg/N/H), con 3 repeticiones cada uno. Este diseño de bloques se utilizó para eliminar el efecto del suelo y la pendiente sobre los tratamientos. El área total del trabajo fue de 54m², haciendo un corte de uniformidad a 30 centímetros aproximadamente. Una vez realizado el corte las variables morfológicas se evaluaron cada quince días, éstas fueron: altura, circunferencia de la planta, número de hijatos, número de yemas, largo y ancho de hoja del pasto y producción de materia seca (MS). Una vez pesados el forraje cosechado de cada parcela y de haber obtenido la producción de forraje verde (peso fresco), se tomaron tres muestras que fueron trasladados al laboratorio del instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en donde las muestras fueron introducidas en una estufa de aire forzado dejando secar durante tres días a una temperatura de 66° C. Después de los tres días, las muestras se volvieron a pesar obteniendo la producción de materia seca (MS). Para el porcentaje de proteína se tomaron las muestras de la producción de materia seca, estas mismas fueron molidas por separado en un molino tipo willey con criba de 3mm, embolsadas y etiquetadas, para que posteriormente se les hicieran el análisis de porcentaje de proteína por medio del método Kjeldahl (1883). Para el análisis de datos se utilizó análisis de varianza y prueba de medias de Tukey, utilizando el paquete SAS (Statistical Analysis System).

Resultados y Discusión

Para altura de planta, en esta variable los resultados indicaron que se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos para los factores frecuencias de corte y fertilización, no así para la interacción ($P \leq 0.05$). Para el factor cortes se pudo observar diferencias entre tratamientos ya que las mayores alturas promedio del pasto se observaron con cortes cada 120

días en comparación a los de 90 y 60 días con valores de 146.48, 133.27 y 117.46 cm respectivamente. Para fertilización los promedios fueron de 148,132 y 116 cm de altura. La altura promedio observada a 60 y 90 días (117.46 y 133.7 cm) es mayor a la encontrada en otros estudios de variedades de *Pennisetum purpureum*, donde se reportan alturas de hasta 37 y 93 cm a 60 y 90 días respectivamente (Fonseca, 2007).

Para circunferencia de cepa los resultados indicaron que no se encontraron diferencias ($P>0.05$) entre los tratamientos para fertilización con promedios de 148.6, 134.5 y 128.5 cm para T1, T2 y T3 respectivamente, solo se observaron diferencias para cortes ($P<0.05$) donde la mayor circunferencia fue a 60 días seguida de 120 y 90 con promedios de 160, 134 y 112 cm respectivamente. Para la interacción no se observó diferencia. La circunferencia promedio de la cepa observada a 60, 90 y 120 días es similar a los datos encontrados por Fonseca, (2007) estudiando variedades de *Pennisetum*, encontró circunferencias de alrededor de 200 cm a diferentes frecuencias de corte con fertilizaciones orgánicas e inorgánicas.

Para largo de hoja los resultados indicaron que para esta variable hubo diferencias ($P>0.05$) entre los tratamientos solo para frecuencias de corte con promedios de 67.36, 63.61 y 56.61 cm para 120, 90 y 60 días respectivamente. Para los tratamientos de fertilización y la interacción no se observaron diferencias entre tratamientos ($P\leq 0.05$). Estos datos concuerdan con lo obtenido por Argenti (2001) que al estudiar una variedad de *Pennisetum purpureum* encontró valores de 68.97 cm a 60 días, 69.63 cm a 90 días y 83.40 cm a 120 días.

Para ancho de hoja no se encontraron diferencias entre tratamientos de fertilización, cortes y la interacción ($P\leq 0.05$). Los valores promedio para los tratamientos de fertilización fueron de 3.60, 3.35 y 3.25 cm para T1, T2 y T3 respectivamente. Para frecuencias de corte los valores fueron de 3.48, 3.44 y 3.27 para cortes a 120, 90 y 60 días. En este sentido los datos obtenidos en este estudio no concuerdan con lo obtenido por Argenti, (2001) que al estudiar una variedad de *Pennisetum purpureum*, encontró valores de 1.23, 1.57, 1.52 cm de anchura de hoja a frecuencias de 60, 90 y 120 días respectivamente.

En la variable número de hijatos no se encontraron diferencias entre tratamientos de fertilización, cortes y la interacción ($P\leq 0.05$). Los valores promedio para los tratamientos de fertilización fueron de 29.43, 24.41 y 21.48 hijatos/cepa para T2, T3 y T1 respectivamente. Para frecuencias de corte los valores fueron de 28.6, 24.45 y 22.27 para cortes a 60, 120 y 90 días. En este sentido estudios realizados por Argenti, (2001) con variedades de *Pennisetum purpureum* encontró valores similares de número de hijatos de 23.62 a 60 días, 38.23 a 90 días y 30.60 a 120 días, mostrando una disminución al aumentar la frecuencia de corte.

Para número de yemas por planta en esta variable los resultados indicaron que se encontraron diferencias ($P>0.05$) entre los tratamientos para los factores frecuencias de corte y fertilización, no así para la interacción ($P\leq 0.05$).

Para fertilización los valores promedio fueron de 8.0, 6.9 y 6.1 yemas/planta para los tratamientos T3, T2 y T1 respectivamente, no encontrándose diferencia entre los tratamientos T3 y T2 pero si con T1. Para cortes la tendencia fue la misma ya que los valores fueron de 8.1, 7.4 y 5.4 yemas/planta para 120, 90 y 60 días. Estos datos son similares a los reportados por (Espinoza, 2009) al estudiar variedades de *Pennisetum* y su respuesta a la fertilización orgánica e inorgánica, encontrando valores de hasta 8 yemas por cada planta a diferentes frecuencias de corte.



Para producción de materia seca (MS) los resultados indicaron que no se encontraron diferencias ($P>0.05$) entre los tratamientos para fertilización con promedios de 47, 47 y 42 ton/ms para T2, T1 y T3 respectivamente, solo se observaron diferencias para cortes ($P<0.05$)

donde la mayor producción de MS fue a 90 días seguida de 60 y 120 con promedios de 52, 51 y 42 ton/ms respectivamente. Para la interacción el mayor promedio fue con el tratamiento biofertilizante + corte a 60 días con 55 t/ms/ha y el menor el no fertilizado + corte a 120 días con un promedio de 40 t/ms/ha. El promedio de producción de materia seca a 60, 90 y 120 días son similares a los datos obtenidos por Hernández et al, (2003) al estudiar la producción de materia seca a una variedad de *Pennisetum purpureum* encontrando valores de 50 t/ms/ha de MS; a las mismas frecuencias de corte, observando un aumento al incrementar la edad del forraje.

Conclusiones

Dado lo anterior, se puede concluir que de acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo: La fertilización orgánica representa una alternativa importante para los productores del Estado, ya que permite obtener rendimientos de forraje por hectárea similares a los obtenidos con la fertilización inorgánica a menor costo. Bajo este contexto los fertilizantes orgánicos permiten una adecuada producción de forraje para las diferentes especies de *Pennisetum purpureum* y sus Clones Cubanos, demostrando así una mejor rentabilidad y una mejor conservación de la fertilidad del suelo sin contaminar y por consiguiente un mejor aprovechamiento y uso del mismo.

Literatura Citada

- Anffe. 2008. La importancia de los fertilizantes en una agricultura actual productiva y sostenible. Asociación nacional de fabricantes de fertilizantes. Madrid, España.
- Argenti P, Gil JL., León L., Perdomo E. 2001. Evaluación del pasto king grass (*Pennisetum purpureum* CV. King Grass) En asociación con leguminosas forrajeras. Instituto de investigaciones zootécnicas. Maracay, Venezuela.
- Espinoza D. 2009. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre variedades del género *Pennisetum* bajo diferentes frecuencias de corte. Universidad de matanzas “Camilo Cienegas” Estación experimental de pastos y forrajes “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba.
- Fonseca D. 2007. Evolución agronómica de nuevas variedades de *Pennisetum purpureum* en condiciones de sequía el valle del Cauto. Universidad de matanzas “Camilo Cienegas” Estación experimental de pastos y forrajes “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba.
- González R. 2009. Uso de fertilizantes orgánicos para la reducción del Saltahojas del frijol. Agricultura y ganadería. México, DF.
- Hernández A, Ferrera C., Rodríguez V. 2003. Bacterias de vida libre fijadoras de nitrógeno atmosférico en rizosfera de frijol contaminada con queroseno. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Jaquenod S., 2002. Derecho Ambiental. 1ra Ed. Madrid, España.; 2002.

ESTADO DE SALUD DE LOS PASTIZALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

GRASSLANDS HEALTH CONDITION IN CHIHUAHUA STATE, MÉXICO

Alfonso Valerio¹, Enrique Carréon¹ y Alberto Lafón¹

¹Protección de la Fauna Mexicana, A.C.,

Resumen

Los pastizales es uno de los ecosistemas más amenazados por factores antropogénicos, dada su extensión y su importancia ecológica como cosechadores de agua y estabilizadores de suelo, es de primordial importancia conocer su condición actual para proyectar acciones de restauración y conservación de este tipo de vegetación. Se dividió el estado de Chihuahua en 11 zonas de pastizal. Se determinó cobertura y diversidad florística de cuatro grupos funcionales: a) especies dominantes, b) plantas tóxicas y malezas, c) especies nativas invasoras y d) especies introducidas invasoras. Se determinó el estado de salud del pastizal utilizando los atributos descritos en el “Manual de Estado de Salud de los Agostaderos” (USDA, 2000) 1) Estabilidad de Sitio; 2) Funcionalidad Hidrológica y; 3) Integridad Biótica, los cuales constan de 17 indicadores. Los pastizales tanto en el ejido como en la propiedad privada se encuentran en un nivel de salud extrema, es decir mala y otros en un estado de recuperación muy delicado, ya que los suelos están altamente erosionados.

Palabras clave: conservación, chihuahua, estado de salud, pastizales.

Introducción

Chihuahua por tradición es un estado ganadero, con un régimen de propiedad privada y ejidal (INEGI 2001), la mayor parte de los pastizales se encuentran en zonas árida y semiáridas (COTECOCA 1978) y están sujetos a un constante uso, por lo que su salud depende en gran manera tanto de un manejo adecuado como de un clima benigno en cuanto a precipitación pluvial se refiere. Las condiciones de organización de los ejidos no favorece un manejo adecuado de este recurso y el clima errático en sus precipitaciones durante al menos los últimos diez años. Estas causas han traído como resultado que los pastizales tanto en el ejido como en la propiedad privada se encuentren en un nivel de salud de salud extrema, es decir mala y otros en un estado de recuperación muy delicado, ya que los suelos están altamente erosionados (Estrada *et al.* 1999) requiriendo de un descanso prolongado que permita al pastizal recobrar su normal funcionamiento (Fierro 2001).

El término “pastizal” se usa en forma genérica, para referirse a todas las tierras de pastoreo con vegetación nativa y en algunas ocasiones inducida o naturalizada, la cual puede incluir matorrales, vegetación ribereña e inclusive bosques (Fierro 2001^a).

Para este estudio entendemos por Pastizal “tipo de vegetación constituido esencialmente de gramíneas nativas perennes que se establecieron dentro del área de estudio a través de miles de años por influencias de clima y suelo, como principales componentes de un ecosistema terrestre. Como parte natural de esta asociación vegetal, se concibe también la presencia de especies típicas de gramíneas y hierbas anuales, hierbas perennes, especies arbustivas y arbóreas. Todos los componentes a través del tiempo han mostrado fluctuaciones, dentro del pastizal, obedeciendo a

cambios en el clima, suelo, fuego, fauna y en forma muy notable por el tipo de uso (tribus nómadas antes del español y la introducción del ganado) y abuso de los mismos (sobrepastoreo)”.

Materiales y Métodos

En base a la clasificación de COTECOCA (1978) se dividió el estado en 11 zonas de Pastizal para observar si existen diferencias en cuanto al manejo de las zonas y la condición de los pastizales de las mismas (Cuadro 1). Para cada zona se determinó cobertura y diversidad florística, se determinaron cuatro principales grupos funcionales: a) especies dominantes, b) plantas tóxicas y malezas, c) especies nativas invasoras y d) especies introducidas invasoras.

Para estimar cobertura de arbustos y zacates perennes se realizó como mínimo 7 sitios de referencia, en los cuales se tomaron datos, utilizando para ello la metodología denominada como transecto de pasos o punta de pie, consistiendo cada uno de 200 m de largo y con 3 repeticiones por sitio. Después se estimó cobertura colocando el valor en el 5% más cercano al que corresponda (5, 10, 15, 20, etc.). Periódicamente se realizaron transectos de pasos para calibrar la cobertura estimada. Se realizó un registro de todas las especies de plantas visibles del sitio. Con esto se conoció la diversidad o riqueza del sitio. Para determinar presencia o ausencia de zacates introducidos se utilizó un cuadrante circular de 3 m de diámetro, los datos fueron tomados a cada 15 m a lo largo del transecto de punta de pie.

Para determinar el estado de salud del pastizal se utilizaron los atributos descritos en el “Manual de Estado de Salud de los Agostaderos” (USDA, 2000) 1) Estabilidad de Sitio; 2) Funcionalidad Hidrológica y; 3) Integridad Biótica, los cuales constan de 17 indicadores.

Los levantamientos se realizaron durante los meses de Agosto Septiembre, Octubre y Noviembre para evaluar la salud del pastizal en óptimas condiciones.

Cuadro 1. Zonas de pastizal en el estado de Chihuahua.

ZONA	NOMBRE DE LA ZONA DE PASTIZAL
Zona 1	Pastizales medianos y halófitos del Noroeste (Ascensión y Janos).
Zona 2	Pastizales medianos, amacollados y halófitos de Casas Grandes y Nuevo Casas Grandes.
Zona 3	Pastizales medianos, halófitos y amacollados del Valle de Buenaventura.
Zona 4	Pastizales medianos de los Valles Centrales.
Zona 5	Pastizales halófitos del Norte y Noreste.
Zona 6	Pastizales medianos y amacollados de la Cuenca del Río Santa Clara.
Zona 7	Pastizales medianos y halófitos del Este.
Zona 8	Pastizales medianos y halófitos del Sureste.
Zona 9	Pastizales medianos y amacollados del Sur y Suroeste.
Zona 10	Pastizales halófitos del Sur.
Zona 11	Pastizales medianos y amacollados del Oeste.

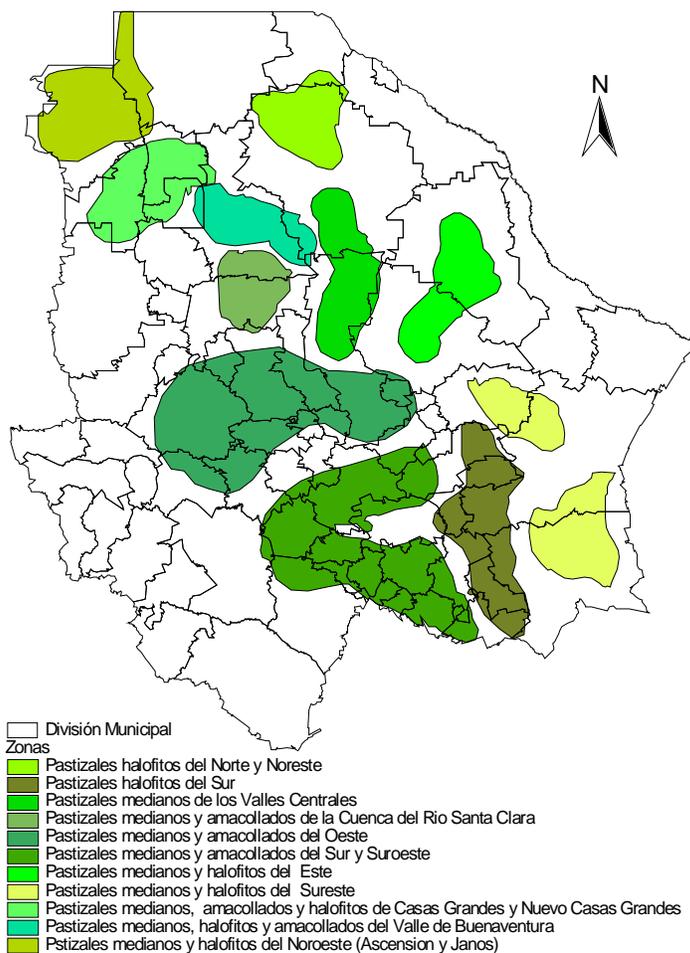


Figura 1. Zonas

de muestreo de
 pastizales en el estado de Chihuahua.

de muestreo de

Resultados y Discusión

Dentro de estas 11 zonas de pastizal se detectaron (Correl y Johnston 1970) 166 especies de plantas de las cuales, 41 son gramíneas nativas perennes, 6 de gramíneas anuales y 3 de gramíneas introducidas que han invadido áreas considerables de pastizal. Dentro de las no gramíneas se encontraron 59 especies de hierbas perennes y 20 anuales, 32 especies de arbustos y cinco especies de especies arbóreas.

Cuadro 1. Porcentaje promedio de cobertura y estado de salud del pastizal por zonas en el Estado de Chihuahua.

	ZONAS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Pastizal	25.7	12.2	21.5	30.3	17.6	30.7	40.5	48.1	40.2	53.5	39.7
Mantillo	18.4	4.0	2.5	6.3	24.2	8.7	7.6	0	1.6	0	
Arbustos	3.4	6.6	6.1	7.0	10.0	3.9	2.0	0.8	11.85	25.0	28.0
Suelo Desnudo	36.0	38.0	23.9	21.3	46.5	21.3	34.9	16.1	22.8	18.5	22.0
Hierbas	11.5	25.5	19.1	28.3	0.77	22.0	14.0	13.0	16.9	3.0	6.5
Roca	4.18	15.0	11.6	6.3	0.8	13.3	0	21.6	5.0	0.0	4.0
Gramíneas invasoras	0.0	0.0	14.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Estado de Salud	M - E	M - E	M - E	M - E	M - E	M - E	L - M	L - M	M - E L - M	L - M	M - E

L – M Ligeramente a Moderado

M – E Moderado a Extremo

En relación con la frecuencia se encontró que actualmente las gramíneas más sobresalientes en los pastizales de Chihuahua son: *Bouteloua gracilis* que estuvo presente en 43 de 63 muestreos (68.2 %), en segundo término *Bouteloua curtipendula* en 23 muestreos (36.5 %), *Enneapogon desvauxii*, *Bouteloua eriopoda*, *Hilaria mutica* y *Andropogon* sp. en un promedio de 13.5 muestreos (21.4 %); *Bouteloua hirsuta*, *Erioneuron pulchellum* y *Aristida divaricata* en 9 (14.2 %), *Bouteloua chondrosioides*, *Panicum hallii*, *Scleropogon brevifolius*, *Hilaria belangeri*, *Setaria macrostachya*, *Hilaria jamesii*, *Sporobolus airoides* y *Digitaria californica* en 6 (9.5 %) y finalmente *Aristida wrightii* y *Lycurus phleoides* en 4.5 muestreos (7.1 %).

Conclusiones

Los Pastizales de Chihuahua en el mejor de los casos se están convirtiendo en simples tierras de pastoreo, perdiendo gran parte de su potencial como productores de forraje de alta calidad y en lo que es peor, se han eliminado grandes áreas de este recurso productor de servicios ambientales de primer orden (agua, atenuante mundial del cambio climático, paisaje), para incorporarlos a la agricultura, que consume el agua profunda que sostiene a la ganadería y fragmenta drásticamente el hábitat de la fauna silvestre de este ecosistema del todo necesaria para la perpetuación del recurso.

Literatura Citada

Correl & Johnston. 1970. Manual of the Vascular plants of Texas. Texas Res. Found. Renner, Tx.
 COTECOCA (Comisión Técnica Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero). 1978. Determinación de los Coeficientes de Agostadero Chihuahua.
 Estrada B W J., J. B. Estrada B. O., M. Camacho V., M. E. Mendiola G., y A. Tijerina V. 1999. La Desertificación en el Altiplano Mexicano. CONAZA – UACH.

2da Reunión Internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal – 2012
Mesa de Trabajo: Pastizales y Forrajes

- Fierro L.C. 2001. Análisis de la condición de los pastizales del Desierto Chihuahuense en México. Consultoría para Pronatura Noreste.
- Fierro L.C. 2001a. Taller sobre la Conservación de los pastizales y tierras de pastoreo de México. Comisión for Environmental Cooperation (CEC) Montreal, Quebec Canada. Laboratorio de Desierto. Instituto de Ecología A.C. Mapimí, Durango México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2001. Anuario Estadístico del Estado de Chihuahua. Edición 2001. Aguascalientes, México.
- USDA (U.S Department of the Interior). 2000. Interpretación de Indicadores en la Salud del Pastizal. Versión 3. BLM, NCTC, ICG. T.R. 1734-6.

**EL ÁREA EFECTIVA DE APACENTAMIENTO: ESTUDIO DE CASO,
RANCHO “LA COMUNIDAD”, MÚZQUIZ, COAHUILA, MEXICO**

**THE EFFECTIVE GRAZING AREA: CASE STUDY, “LA COMUNIDAD”
CATTLE RANCH. MÚZQUIZ, COAHUILA, MÉXICO**

Ricardo Vásquez¹, Misael Rodríguez¹ y Camerino Rojas¹

¹*Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*

Resumen

Se busca perfeccionar los criterios para determinar el forraje disponible y, después, el tamaño del hato de un rancho. Habitualmente, no se considera la interferencia de los arbustos y árboles para el consumo del forraje existente, entre otros factores, y se hace inferencia hacia la superficie total del potrero, lo que induce a sobreestimar el tamaño del hato. El objetivo fue determinar el área efectiva de apacentamiento para el ganado Brangus del rancho. Se utilizaron cartas topográficas, imagen de Google, formatos, cinta métrica, cuadrante metálico circular de 1 m², bolsas, cámara fotográfica digital y tijeras. Se utilizaron los métodos: Transecto a Pasos Modificado, Punto central del cuadrante, Línea de Canfield, Corte directo de forraje, y programa Arc View 3.3. Se encontró diferencia negativa de 223.13 Ha entre la superficie catastral, de 10, 000.00 Ha, y la superficie de 9,776.87 Ha, calculada con el programa ArcView, 2) La interferencia promedio por arbustos dominantes es 20.64 %, equivalente a 2064.00 Ha, aproximadamente, 3) el sitio 2, de 250 Ha, es inaccesible, 4) El área efectiva de apacentamiento, sin considerar otros factores (camino, arroyos, etc.), es de 7686.00 Ha. Se concluye que la superficie catastral del rancho es de limitada utilidad para calcular el tamaño del hato. Se deberá considerar la interferencia por arbustos y árboles, así como el acceso por razones topográficas, distancia agua-forraje, infraestructura, etc. y efectuar cálculos considerando el área efectiva de apacentamiento por el ganado, en cada sitio de pastizal de cada potrero.

Palabras clave: ganado brangus, apacentamiento, línea de canfield

Abstract

It is considered Range Science in México is operating under a number of difficulties and deficiencies. Determining carrying capacity and herd size is a practical case, among others. Usually, interference of shrubs and trees for cattle to graze the existing forage is not considered and so, a frequent mistake that leads to overestimate the size of the herd. Consequently, the present work seeks to improve the criteria for determining the size of the herd for “La Comunidad” cattle ranch. Objective was to determine the effective grazing area of the ranch, for Brangus cattle. Materials utilized: Topographic maps, Google image, formats, measuring tape, 1m² metal circular quadrant, paper bags, digital photographic camera and scissors. Methods: Modified Step Transect, Central Point Quadrant, Canfield Line, direct forage clipping, and Arc View 3.3 program. Results indicate that: 1) there was a negative difference of 223.13 Ha between the cadastral area of 10,000.00 Ha, and the ArcView 3.3 calculated area of 9,776. 87 Ha, 2) the average interference area of dominant shrubs is 20.64%, or 2064.00 Ha, approximately, 3) the 250 Ha, No. 2 range site, is totally inaccessible, 4) the effective grazing area, without considering any other factors (roads, streams, etc), is 7686.00 Ha. It is concluded that cadastral area of the ranch is of limited use when estimating forage availability for

calculating cattle herd size. Shrubs and trees interference should be considered, as well as the access of grazing cattle for slope, infrastructure, etc. and make the calculations considering the effective grazing area on each range site, on every pasture.

Key words: effective grazing area, cattle, ranch.

Introducción

El Manejo de Pastizales en México, como ciencia de relativamente reciente aplicación, derivada fundamentalmente de las necesidades generadas por la reforma agraria, presenta todavía algunas deficiencias. Entre estas se pueden citar desde las de carácter metodológico, hasta las de concertación de conceptos y definiciones para ser utilizadas en la enseñanza, la investigación y la práctica diaria. Entre las deficiencias metodológicas relevantes se pueden señalar las que se utilizan para efectuar el inventario y evaluación del forraje disponible para el ganado bovino, y otras especies de animales domésticos y silvestres, que permitan determinar satisfactoriamente el forraje que los sitios de pastizal de cada rancho ganadero extensivo ofrecen a lo largo del año para, a su vez, calcular el tamaño del hato con el cual efectuar las operaciones productivas y de conservación.

El caso de la determinación del “coeficiente de agostadero”, para determinar, a su vez, el número de unidades animal con el cual planificar las acciones productivas, es uno de ellos.

Con frecuencia se sobresimplifica, es decir, se omiten o se ignoran algunos aspectos, como la interferencia por los arbustos y/o árboles, al momento de efectuar el trabajo de muestreo, o bien, se omiten estas especificaciones al momento de elaborar los reportes técnicos. Habitualmente, no se considera la interferencia de los arbustos y árboles para el consumo del forraje existente, entre otros factores, y se hace inferencia hacia la superficie total del potrero, o del rancho, lo que induce a sobreestimar el tamaño del hato. Con ello, el usuario de dicha información toma decisiones que lo conducen a cometer errores en relación con el aprovechamiento del pastizal del rancho. Por otro lado, con frecuencia se utiliza información obtenida con anterioridad de hasta varias décadas y con criterios de limitada aplicación a nivel de rancho, lo que conduce una vez más a tomar decisiones que ponen en riesgo el mantenimiento o el mejoramiento del estado productivo del pastizal. Los aspectos relacionados con el área que efectivamente recorre el ganado bovino en cada potrero del rancho son motivo de preocupación, y son el motivo de la ejecución del presente trabajo. Por lo anterior, con el presente trabajo se busca contribuir a la integración del impacto de los arbustos, la mayoría de ellos considerados como invasores, en los trabajos para determinar la cantidad de forraje al que realmente el ganado bovino tiene acceso en cada potrero y, con ello, determinar el tamaño del hato, en este caso del rancho “La Comunidad”, del municipio de Múzquiz, Coahuila.

Nota: En el presente trabajo se define como “superficie catastral” la reportada ante el registro público de la propiedad, para fines legales, la cual, en muchos casos, ha sido obtenida por medio de levantamientos topográficos convencionales. Asimismo, se define como “Área efectiva de apacentamiento”, la superficie del potrero con pastizal natural, o de la pradera, que es recorrida realmente por el ganado en sus actividades de apacentamiento. Se calcula restando de la superficie total del potrero, la superficie del sitio que no es, o es relativamente apacentada por el ganado. También, se resta la superficie que es inaccesible por la pendiente del terreno, u otros accidentes topográficos, y la cobertura basal de los arbustos, especialmente los espinosos. El objetivo de este estudio fue determinar el área efectiva de apacentamiento por el ganado bovino de la raza brangus, del rancho, considerando la interferencia de los arbustos, y derivar el tamaño del hato con el cual operar en el año 2010. Se estima que la pendiente del terreno y la distancia entre los abrevaderos y el forraje, derivado del tamaño de los potreros, no presenta limitaciones para el apacentamiento, según las observaciones del personal del rancho.

Materiales y Métodos

Carta topográfica, imagen de Google, formatos, cintas métricas, cuadrante metálico circular de 1 m², bolsas, cámara fotográfica digital y tijeras

Transecto a Pasos Modificado, Punto central del cuadrante, Línea de Canfield, Corte directo de forraje, y programa Arc View 3.3.

Resultados y Discusión

1. De la investigación documental efectuada se encontró que COTECOCA-Coahuila. (1979) reporta que el sitio Dbk 45 registrado como **Matorral mediano Espinoso** presenta un **coeficiente de agostadero** de 11.38 Ha por unidad animal al año, en condición “buena”. En este caso se estimaría que el rancho presenta un solo sitio de pastizal, que produce 432.78 kg de forraje (materia seca) utilizable por hectárea. Si la superficie catastral de 10,000 Ha del rancho se divide por 11.38, el tamaño del ható que resultaría recomendable sería de 878.73 U.A.Año. Ver Cuadro 1.

Cuadro1. Matorral mediano espinoso. Sitio Dbk 45 (COTECOCA, 1979).

1.

Condición	C. de A. (Ha/UA/Año)	Prod. de forraje (gr/MS/m ²)	I.U. (Kg.MS/Ha)	(Ft) Kg/MS/Ha
Excelente	9.57	102.97	514.89	1029.78
Buena	11.38	86.55	432.77	865.55
Regular	13.69	71.98	359.93	719.86
Pobre	15.90	61.98	309.90	619.81
C. de A. = Coeficiente de Agostadero			Ha= Hectárea	
I.U.= Índice de Utilización de 50% del forraje disponible / Ha, para cada Unidad Animal, con una índice de consumo del 3% del peso vivo de la Unidad Animal				
Ft= Forraje total (Kg/MS/Ha)		MS= Materia seca		

2. El recorrido de reconocimiento del pastizal, la infraestructura (caminos, cercos que delimitan a los potreros y abrevaderos, principalmente) y el ganado del rancho permitió diferenciar 7 sitios de pastizal, cada uno con sus diferentes características de pendiente, producción de forraje y presencia de arbustos. Estos son los siguientes:

- 1 Matorral Mediano Espinoso de Huizache (Acacia farnesiana), condición pobre
- 1B Matorral Mediano Espinoso de Huizache (Acacia farnesiana), condición regular
- 2. Matorral Parvifolio Inerme de Ocotillo (Gochnatia hypoleuca), condición excelente
- 3 Matorral Parvifolio Inerme de Guajillo (Acacia berlandieri), condición pobre
- 4A Matorral Parvifolio Espinoso de Chaparro Prieto (Acacia rigidula), condición pobre
- 4B Matorral Parvifolio Espinoso de Chaparro Prieto (Acacia rigidula), condición buena
- 4C Matorral Parvifolio Espinoso de Chaparro Prieto (Acacia rigidula), condición buena

Nota: Los sitios fueron diferenciados en función de la actual especie dominante y de la condición observada al momento del muestreo. Se enfatizó en esta última característica con el fin de fundamentar el trabajo de manejo especial por efectuar para restituir el estado productivo de los sitios y buscar la sustentabilidad ecológica del pastizal y económica, del rancho. Los nombres de los sitios podrán cambiar si cambia el dominio fisonómico del sitio, por otras especies, al regresar las especies clímax que han perdido dominio. Por ejemplo, en el Matorral Parvifolio Espinoso de Huizache (Acacia

farnesiana) pueden generarse cambios al lograrse el retorno y dominio de especies como el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), el zacate gigante (*Leptochloa dubia*) y otros.

3. Se determinó el grado de interferencia presentada por los arbustos en cada uno de los sitios diferenciados y mapeados. Dicha interferencia se derivó de la medición del diámetro de la cobertura basal de cada especie y del cálculo posterior del diámetro con el que participa evitando que el ganado tenga acceso a las especies forrajeras que crecen o pudieran crecer en dichas áreas. Se considera que el forraje aportado por las especies localizadas dentro de los arbustos es inaccesible y por lo tanto, no deberá incluirse en los cálculos para determinar el forraje disponible.

Cuadro 2. Resumen de datos y resultados de cálculos efectuados para establecer el grado de interferencia en el apacentamiento del ganado bovino causado por los arbustos espinosos dominantes en el rancho.

N. Común	Diam. Basal (m ²)	Área Basal de Interferencia (m ² / Ind.)	Densidad de arbustos (Ind/Ha)	Área Total Interferida (m ²) (ATI)	ATI (%)
Sitio 1					
Ch. Prieto	0.80	0.50	295	148.28	1.48
Mezquite	1.80	2.54	147	374.10	3.74
Huizache	1.30	1.33	147	195.12	1.95
			Total	717.50	7.17
Sitio 1B					
Mezquite	1.80	2.54	1001	2542.54	25.42
Huizache	1.30	1.33	200	266.00	2.66
Gatuño	1.80	2.54	200	508.00	5.08
P. de Pollo	1.60	2.01	200	402.00	4.02
			Total	3718.54	37.18
Sitio 2					
Ch. Prieto	0.80	0.50	1301	653.95	6.54
			Total	653.95	6.54
Sitio 3					
Cenizo	1.30	1.33	895	1190.35	11.90
Gatuño	1.80	2.54	597	1516.38	15.16
Ch prieto	0.80	0.50	1492	746.00	7.46
P. de Pollo	1.60	2.01	298	598.98	5.98
			Total	4051.71	40.5
Sitios 4A, B,C					
Ch Prieto	0.80	0.50	1479	739.50	7.39
P. de Pollo	1.60	2.01	296	594.96	5.94
Gatuño	1.80	2.54	592	1503.68	15.03
Cenizo	1.30	1.33	888	1181.04	11.81
			Total	4019.18	40.17
Arbustos no considerados para el calculo del Área Efectiva de Apacentamiento:					
Guajillo, Correoso, Mariquita, Guayacán, Chapote, Mejorana, Chapotillo, Lantrisco Palmito, Orégano.					

Premisas:

-Se admite como Área Efectiva de Apacentamiento (AEA) la que resulta de restar a 10, 000 m² la sumatoria del área ocupada por las especies arbustivas o arbóreas dominantes y consideradas en el presente trabajo. Ejemplo, para el sitio 1: 10,000 m² – 717.50 m² = 9282.50 m² equivalente al 92.83 % de área efectiva de apacentamiento para dicho sitio No. 1.

-Se admite que dichas especies interfieren en la eficiencia del apacentamiento al ocupar espacio potencialmente productivo de forraje, así como en la penetración del diente del animal, sobre las

plantas presentes en el terreno, para efectuar el consumo de dichas especies forrajeras, en los sitios de pastizal de un rancho específico.

-El AEA se calcula para cada sitio de pastizal de cada rancho. Ver Cuadro 2.

4. La interferencia promedio por arbustos dominantes es 20.64 %, equivalente a 2064.00 Ha., aproximadamente,

5. Se encontró diferencia negativa de 223.13 Ha entre la superficie catastral, de 10, 000.00 Ha., y la superficie de 9,776. 87 Ha. calculada con el programa ArcView,

6. El área efectiva de apacentamiento, sin considerar otros factores (Topografía, caminos, arroyos, etc.) es de 7936.00 Ha.

Conclusiones

-La superficie catastral del rancho es de limitada utilidad para calcular el tamaño del hato.

-Se deberá considerar la interferencia por arbustos y árboles, así como el acceso por razones topográficas, infraestructura, etc.

-Efectuar cálculos considerando el área efectiva de apacentamiento por el ganado, en cada sitio de pastizal de cada potrero, al momento de determinar la capacidad de carga y, por extensión, el tamaño del hato con el cual operar el rancho bajo estudio.

Literatura Citada

Comisión Técnico-Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA-Coahuila). 1979. SARH. México, D.F.

ESTABLECIMIENTO DE PASTOS TROPICALES BAJO DOS ESPECIES FORESTALES EN TOMATLAN, JALISCO, MEXICO

ESTABLISHMENT OF TROPICAL GRASS IN TWO SPECIES FOREST TOMATLAN, JALISCO, MEXICO

Mario A. Vega ¹, Manuel Silva ², Alfredo González ², Alejandro Yáñez ²

¹INIFAP-CIRPAC-C.E. Centro Altos de Jalisco, ²INIFAP-CIRPAC-C.E. Tecomán

Resumen

El objetivo del trabajo fue determinar el comportamiento agronómico y la producción de forraje fresco de especies forrajeras tropicales, bajo las especies forestales Tampicirán (*Dalbergia retusa*) y Caoba (*Swietenia macrophylla*). Se sembraron las mismas especies forrajeras, El ensayo se realizo en Tomatlán, Jalisco, Mex. El tamaño de cada plantación forestal es de 1.5 ha y 6 años de edad, la distancia entre arboles es de 3 x 3 m. los pastos se sembraron entre los callejones de los árboles y el diseño en campo fue bloques al azar, con cuatro repeticiones se realizo control de maleza y fertilizo para asegurar un buen establecimiento. Las variables evaluadas en las especies forrajeras fueron: Número de plantas (N/ha), Cobertura aérea (CA), Altura de plantas (AP), Producción de materia fresca (PMF), mientras que a los arboles se tomaron medidas dasométricas como: Altura arboles (AA), Diámetro de tallo (DT) y Área de copa (AC). Los resultados obtenidos se les hizo análisis de varianza y la prueba de medias fue Tukey ($p < 0.05$). Los resultados indican que el comportamiento de los pastos bajo las dos especies forestales, presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) para las variables de (AP, N/ha, CA y PMF); de la misma forma hubo significancia ($P < 0.05$) en las variables dasometricas entre especies forestales solo para (AA, DT) ya que para la variable (AC) no presento diferencia.

Palabras claves: Tampiciran, Caoba, pastos tropicales

Abstract

The objective was to determine the agronomic and forage production of tropical forage species under Tampicirán forest species (*Dalbergia retusa*) and Mahogany (*Swietenia macrophylla*). The same species were planted forage. The trial was conducted in Tomatlan, Jalisco, Mex. The size of each plantation forest is 1.5 ha and 6 years of age, the distance between trees is 3 x 3 m. grasses were planted among the alleys of trees and field design was a randomized block design with four replicates was performed weed control and fertilized to ensure good establishment. The variables evaluated were forage species: Number of levels (N / ha), Air cover (CA), plant height (PH), fresh matter production (PMF), while the trees were taken dasometric measures as: tree height (AA), stem diameter (SD) and cup area (CA). The results obtained were subjected to analysis of variance and Tukey mean test was ($p < 0.05$). The results indicate that the behavior of the pasture under both tree species showed significant differences ($P < 0.05$) for variables AP, N / ha, AC and PMF, in the same way there was significance ($P < 0.05$) in the dasometric variables between forest species only (AA, DT) as for AC variable presented no difference.

Keywords: Tampiciran, mahogany, tropical grasses

Introducción

En los últimos años, a lo largo del mundo se adoptan sistemas productivos que tienden a asociar altas productividades con sustentabilidad de los ecosistemas. Estas premisas, adquieren aun mayor relevancia en aquellas zonas con problemas de degradación ambiental como consecuencia de prácticas agropecuarias irracionales, que van inexorablemente acompañadas de disminución progresiva de rendimientos y rentabilidad.

Un sistema silvopastoril es el que permite que los componentes árboles forestales, pasturas y animales de producción, se ubiquen bajo un esquema de manejo racional integral, que tienda a mejorar a mediano o largo plazo, la productividad, la sustentabilidad y la rentabilidad de la explotación; todo ello teniendo en cuenta, las disímiles condiciones y tiempos de producción de los diversos componentes.

Durante las últimas décadas del siglo XX, los bosques forestales en México fueron talados para promover el pastoreo de ganado. Anualmente se siembra más de 5000 ha de pastos y la expansión de la frontera de pastoreo continúa en la actualidad reemplazando hábitats naturales y otros tipos de actividad agrícola. La degradación de los potreros resulta en una baja eficiencia de producción, pérdida de biodiversidad y en el incremento de la emisión de gases que contribuyen al calentamiento global. Los suelos de las áreas forestales y de agostadero para el ganado tienen un 60.6 % y un 29.2 % de erosión eólica e hídrica respectivamente, donde se pierden anualmente de 50 hasta 200 toneladas de suelo/ha/año, debido principalmente a la falta de cubierta vegetal como consecuencia de la deforestación y de la ampliación de la frontera agrícola.

La siembra de pastos, leguminosas y cultivos agrícolas bajo el dosel de plantaciones forestales, reduce significativamente la pérdida de suelo, con relación a terrenos deforestados, de baja cubierta vegetal o desnudos, ya que en tan solo un año, se es posible disminuir y detener el deterioro del suelo de estos sitios. Jalisco tiene más de 600 mil has con potencial forestal. Este recurso está seriamente amenazado por la tala indiscriminada de recursos maderables por cambio de uso de suelo y repercusiones en el equilibrio ambiental. Sin embargo no hay tecnología apropiada para que los 50,000 productores de esta área manejen plantaciones forestales y puedan obtener ingresos económicos extras a mediano y largo plazo a través de productos, agrícolas y/o forestales.

El manejo de pastoreo dentro de las plantaciones forestales en fincas ganaderas, han recibido mucha atención debido a la necesidad de generar ingresos en el corto plazo y por su importancia en la reducción del riesgo de incendios se han hecho estudios donde se encontró que hay varias especies que pueden tolerar sombra y mantener un alto nivel de producción en sistemas silvopastoriles. El objetivo del trabajo fue determinar el comportamiento agronómico y la producción de forraje fresco de especies forrajeras tropicales bajo dos especies forestales Tampiciran (*Dalbergia retusa*) y Caoba (*Swietenia macrophylla*) para diversificar la producción.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el rancho el centinela localidad del Tequesquite municipio de Tomatlán, Jalisco. Localizado a 20° 02' 897'' L N 105° 18' 328'' L O, a 61 msnm, con una precipitación y temperatura media anual de 664 mm y de 25.6 °C respectivamente, el tipo climático es Aw₀ (w). El tipo de suelo es cambisol eutricto con una textura migajón arenoso el pH de 5.9. La plantación forestal es de Tampiciran (*Dalbergia retusa*) y Caoba (*Swietenia macrophylla*), con 6 años de edad y una superficie de 1.5 ha. Se sembró bajo un diseño de marco real y la distancia de siembra es de 3.0 m entre árboles e hileras. Los pastos seleccionados para sembrarse entre la plantación forestal fueron: Guinea (*Panicum maximum* Jacq) Mombasa y Tanzania, (*Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziziensis*) Mulato y (*Brachiaria brizantha*) Toledo. El manejo de la plantación forestal antes de la siembra de los pastos fue la práctica de podas de ramas y eliminación de malezas, se dio dos pasos de rastra y sobre la misma se sembró, se utilizó semilla botánica, las dos Guineas se sembraron a 1 m entre planta y surco, para las Brachiarias la siembra se realizó a chorrillo con una distancia de 75 cm entre surco. La semilla se tapó procurando no dejarla más de 2 cm de enterrada. Una vez germinada se aplicó herbicida (Picloram + 2,4-D) para control de maleza de hoja ancha. Para los pastos se realizó un muestreo para evaluar la germinación, las variables determinadas en campo fueron: Altura de pastos (AP), Producción de materia fresca (PMF) Número de plantas por Ha (N/ha), Cobertura aérea (CA) y en la plantación forestal se tomaron las medidas dasométricas: Altura árboles (AA), Diámetro de tallo (DT) y Área de copa (AC).

Resultados y Discusión

Los resultados indican que el comportamiento de los pastos sembrados bajo la sombra de Tampiciran y Caoba presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) para las variables de AP, N/ha, CA y PMF; (Cuadro 1). Para la variable de AP la Mombasa fue la que registró mayor altura con 135 cm en Tampiciran y 121.2 cm en la Caoba. Para la CA se encontró que la Tanzania y Mombasa registraron los mejores porcentajes de cobertura en la Caoba con 75 y 73.7 respectivamente, el Toledo fue la que mejor número de plantas obtuvo bajo las dos especies forestales, Para la PMF la Mombasa fue la que mejor producción registró con 31.6 t/ha bajo el Tampiciran y bajo la Caoba la Tanzania fue la que presentó una producción de 24.04 t/ha.

Cuadro 1. Comportamiento de especies forrajeras bajo el dosel de Tampiciran (*Dalbergia retusa*) y Caoba (*Swietenia macrophylla*) en Tomatlán, Jalisco.

Especie forrajera	Número de plantas N/ha		Cobertura de plantas, %		Altura de Plantas forrajeras, cm		Forraje fresco T/ha	
	Tampiciran	Caoba	Tampiciran	Caoba	Tampiciran	Caoba	Tampiciran	Caoba
Mombasa	19564 b	14000 b	25.0 b	73.7 b	135.0 a	121.2 a	31.64	13.18
Tanzania	9782 ab	24600 ab	17.7 b	75.0 b	117.5 b	104.5 b	23.19	24.04
Toledo	41200 a	21842 a	42.0 a	85 a	103.0 c	105.5 b	20.59	19.8
Promedio	23,515 A	20,147 A	28.1 B	77.91 A	118.6 A	110.4 B		

Distintas literales minúsculas entre hileras, indican diferencias $p < 0.05$

Distintas literales mayúsculas entre columnas, indican diferencias $p < 0.05$

Para el caso de las especies forestales hubo diferencia estadística ($P < 0.05$) solo para las variables dasométricas AA y DT ya que para AC no presentaron diferencia entre especies. La Caoba fue la que mayores resultados registró en las variables, excepto para el diámetro de copa que no hubo diferencia estadística (Cuadro 2). Con estos resultados se observa que el comportamiento de las especies forrajeras bajo el dosel del Tampiciran tuvieron una mejor producción de materia fresca comparado a los establecidos bajo la Caoba.

Cuadro 2. Comportamiento de Tampiciran (*Dalbergia retusa*) y Caoba (*Swietenia macrophylla*) en diferentes especies forrajeras en Tomatlan, Jalisco.

Especie forrajera	Altura árboles (m)		Diámetro tallo (cm)		Diámetro de copa (m)	
	Tampiciran	Caoba	Tampiciran	Caoba	Tampiciran	Caoba
Mombasa	3.8 a	4.7 b	4.6 a	6.4 a	231.2 a	221.5 a
Tanzania	4.0 a	4.7 b	4.8 a	5.3 a	224.3 a	180.5 a
Toledo	4.2 a	6.2 a	5.3 a	6.5 a	180.0 b	248.3 a
Promedio	4.0 B	5.2 A	4.9 B	6.1 A	211.8 A	216.7 A

Distintas literales minúsculas entre hileras, indican diferencias $p < 0.05$

Distintas literales mayúsculas entre columnas, indican diferencias $p < 0.05$

Conclusiones

En base a los resultados encontrados podemos concluir que las especies más productivas fueron las guineas Mombasa con 31.6 t/ha bajo el Tampiciran y bajo la Caoba la Tanzania fue la que presentó una producción de 24.04 t/ha. No se descarta la importancia de utilizar las otras especies de pastos establecidas ya que también hubo una buena producción de forraje fresco y tienen un buen comportamiento bajo sombra.

La producción de biomasa de estos sistemas dependerá entre otros factores, de las especies seleccionadas, de la densidad del componente arbóreo, del arreglo espacial y del manejo aplicado al sistema.

Literatura Citada

- Alonso, J. 2004. Factores que intervienen en la producción de biomasa de un sistema silvopastoril leucaena (*Leucaena leucocephala*) guinea (*Panicum maximum*). Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 120 p.
- Bustamante J., Ibrahim M y Beer J. 1998 Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poro (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agroforestería en la Américas* 5(19): pp 11-16.
- FAO. 2008. Ayudando a desarrollar una ganadería sustentable en América Latina y el Caribe: lecciones a partir de casos exitosos. ISBN 978-92-5-30597-6. http://www.rlc.fao.org/es/ganaderia/pdf/gan_cas.pdf. Consultado Junio de 2009.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM. Instituto de Geografía. México.
- Giraldo L A, Velez G (1993) El componente animal en los sistemas silvopastoriles. *Industrias & Producción Agropecuaria*. Azoodea, Medellín, 1 (3): 27-31.

- Herrera, R.S. 2003. Principios Básicos de fisiología, métodos de muestreo y la calidad de los pastos. En: Fisiología, establecimiento y producción de biomasa de pasto, forrajes y otras especies para la ganadería tropical. Ed. Instituto de Ciencia Animal- La Noria, México. pp. 26.
- Revista de producción (1999) Ing. Zoot. Guillermo O. Martín (H), para la producción Cátedra Forrajes y Manejo de pasturas Facultad de Agronomía y zootecnia-UNT.
- Ruíz, T.E. y Febles, G. 2001. Factores que influyen en la producción de biomasa durante el manejo del sistema silvopastoril. En: "Sistemas Silvopastoriles, una Opción Sustentable. Tantakin, México, pp.62
- (Young 1989). Revista de producción 1999 Citado por Ing. Zoot. Guillermo O. Martín (H), para producción Cátedra Forrajes y Manejo de pasturas Facultad de Agronomía y Zootecnia-UNT.

ESTABLECIMIENTO DE *Cenchrus ciliaris* L. Y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu INOCULADAS CON BIOFERTILIZANTES BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE HUMEDAD

ESTABLISHMENT OF *Cenchrus ciliaris* L. AND *Brachiaria brizantha* cv. Marandu INOCULATED WITH BIOFERTILIZERS UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF HUMIDITY

Jesús Martínez¹, Yuri Villegas², José R. Enríquez², José Cruz Carrillo Rodríguez², Marco A. Vásquez²

¹Estudiante de Maestría. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), Ex-Hacienda Nazareno. CP 71230, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. ²Profesor investigador. ITVO.

Resumen

Se evaluó el establecimiento de *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a partir de semillas inoculadas con biofertilizantes bajo diferentes condiciones de humedad. Muestras de 50 semillas de cada especie se separaron en cuatro grupos, y en tres de ellos se inoculó con algún microorganismo: 1) *Glomus intraradices*; 2) *Azospirillum brasilense*, y 3) una mezcla de ambos; mientras que el grupo 4) fueron semillas sin inocular; y posteriormente se sembraron en macetas de 10.60 dm³ con suelo. Del total de macetas con semilla con o sin inocular, se separaron en dos grupos para aplicarle a cada uno, una secuencia de riego definidas como 1) sin estrés y 2) con estrés. El experimento se estableció en condiciones de invernadero de acuerdo un diseño completamente al azar con arreglo de tratamientos factorial (dos especies de pastos, dos niveles de secuencias de riego y tres niveles de inoculación más el testigo), con cuatro repeticiones. Considerándose el porcentaje de emergencia, sobrevivencia y algunas características de las plantas. La *Brachiaria brizantha* cv. Marandu fue significativamente superior ($P < 0.01$) en el porcentaje emergencia (23.63%), altura de planta (32.57 cm), diámetro de tallo (6.41 mm) y la materia seca aérea (60.33 g m⁻²) y radical (17.90 g m⁻²), mientras que *Cenchrus ciliaris* L. fue superior ($P < 0.05$) en porcentaje de sobrevivencia (100%). En las secuencias de humedad-sequía no hubo diferencias ($P > 0.05$). En cuanto al efecto de los biofertilizantes *Glomus intraradices* superó al testigo, mostrando diferencias ($P < 0.05$) en el porcentaje de emergencia (18.25%) y las características de planta.

Palabras clave: *Cenchrus ciliaris* L., *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, biofertilizantes, humedad.

Introducción

Las etapas de germinación, emergencia y sobrevivencia (o establecimiento inicial) son clave para el establecimiento exitoso de praderas (Duran *et al.*, 2011)¹ y determinan en gran medida el potencial productivo de las gramíneas forrajeras (Black *et al.*, 2006; Esqueda *et al.*, 2002). Además, los factores que influyen de manera significativa sobre el establecimiento son: a) las características de la semilla y su germinación, b) la presencia de microorganismos benéficos o patógenos en el suelo; además de las características físico-químicas del mismo, c) la humedad del suelo (precipitaciones, riegos) y la temperatura del lugar y, d) la emergencia, velocidad de crecimiento y la capacidad de adquisición de recursos por parte de la plántula (Dietl *et al.*, 2009;

Carrillo *et al.*, 2009). Las semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu como muchos otros pastos, presentan latencia (Sallum *et al.*, 2010; Venter y Rethman, 1992), fenómeno que impide que las semillas germinen aunque sean viables y se les suministren las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y luz; en *Cenchrus ciliaris* L. este estado se asocia principalmente a la presencia de inhibidores y un tipo de resistencia mecánica por parte de las glumas para la germinación del embrión (Jiménez *et al.*, 2005) y en *Brachiaria brizantha* cv. Marandu la reducción en germinación se atribuye a la impermeabilidad de las semillas (Sallum *et al.*, 2010), por lo que se considera que el establecimiento de gramíneas está supeditado a este fenómeno (Flores *et al.*, 1998). Sin embargo, existen microorganismos que inoculados en la semilla, promueven el crecimiento rápido de raíz y parte aérea (Noda, 2009). La bacteria *Azospirillum brasilense* tiene la capacidad potencial de promover la germinación, crecimiento temprano de plántulas, colonización rizosférica y el establecimiento bacteriano en los tejidos, por medio de la producción de fitohormonas u otros mecanismos adicionales a la fijación biológica de nitrógeno. Pero, no se han identificado los mecanismos responsables de generar ésta respuesta, y normalmente se considera dentro de un modelo de “caja negra” donde el efecto sólo trasciende como resultado (Cassan *et al.*, 2008). Bajo este contexto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de *Glomus intraradices* y *Azospirillum brasilense* sobre el establecimiento de *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu bajo diferentes condiciones de humedad.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en condiciones de invernadero, en el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), ubicado en Xoxocotlán, Oaxaca, localizado en las coordenadas 17° 01' 16'' latitud norte y 96° 45' 51'' longitud oeste y 1545 msnm (INEGI, 1993). Las semillas de cada especie se separaron en cuatro grupos, y en tres de los cuales cada uno se sometió a una condición de biofertilización: 1) *Glomus intraradices*, 2) *Azospirillum brasilense* y, 3) una mezcla de ambos; mientras que el grupo 4) fueron semillas sin inocular (testigo). Los inoculantes utilizados fueron productos comerciales, ambos con presentación en polvo, y estos se aplicaron previo a la siembra, por el método de recubrimiento de la semilla (Fernández, 2001). Se usaron inoculantes certificados que contenían 50 esporas de *Glomus intraradices* g⁻¹ de sustrato y 1 x 10⁸ bacterias de *Azospirillum brasilense* g⁻¹ de sustrato. La siembra se realizó el cuatro de septiembre de 2011 y a partir de esta fecha, se registraron los datos de temperatura que se presentaron durante el periodo del experimento. Se sembraron 50 semillas viables en cada maceta de 26 cm de diámetro y 20 cm de altura que contenía suelo textura franco-arenoso, 3.12% de materia orgánica y pH neutro (7.05). La densidad de siembra se ajustó al tamaño de la maceta previa observación visual y pruebas de germinación. Con el fin de simular las condiciones de campo en esta zona, se tomaron en cuenta los registros de precipitación de la estación meteorológica del ITVO durante el período 1996-2010 y con base en esta información se establecieron dos regimenes de humedad-sequía, simulando años con buenas y malas precipitaciones en el mes de julio, donde ocurre la mayor precipitación, razón por la cual en este mes se realizan las siembras. Aunque, en la etapa final del mismo y a inicios de agosto se presenta un período sin lluvia denominado canícula (sequía intraestival) que limita el establecimiento de gramíneas y otros cultivos. Se promediaron los años donde hubo mayores precipitaciones (225 mm) y también aquellos en los que la precipitación fue escasa (90 mm) en el mes de julio, además, se verificó el comportamiento de las precipitaciones durante este período, para establecer las láminas de riego, que se aplicaron según el patrón de las lluvias en el mes de julio (días con y sin lluvia), en total se

tuvieron dos secuencias: Sin estrés: 3-1, 2-1, 3-1, 2-1, 2-3, y 3-35 (En cada riego se aplicó una lámina de 15 mm) y Con estrés: 2-1, 1-1, 1-2, 1-1, 2-4, 2-35 (En cada riego se aplicó una lámina de 10 mm). En ambas secuencias el período final sin riego se extendió hasta 35 días para evaluar el efecto de los tratamientos sobre la mortalidad de las plantas, simulando el período más largo de sequía que se presenta cuando ocurre la canícula en Valles Centrales de Oaxaca. El experimento se estableció según un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo de tratamientos factorial 2 x 2 x 4, el factor especie en dos niveles (*Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. “Marandu”), el factor humedad con dos niveles (Sin estrés y con estrés) y el factor biofertilizantes con cuatro niveles (*Glomus intraradices*, *Azospirillum brasilense* y una mezcla más el testigo), dando un total de 16 tratamientos. La unidad experimental consistió de 50 semillas en una maceta y se tuvieron cuatro repeticiones por tratamiento. En principio se consideraron la emergencia y sobrevivencia de plantas; para ello se contó el número de plantas emergidas de cada unidad experimental, hasta obtener el número máximo de plantas emergidas. De manera similar, se determinó la sobrevivencia de plantas (como porcentaje del total de plantas emergidas) hasta estimar el número de plantas sobrevivientes, durante el período de evaluación (56 días). Se consideró que una planta había muerto cuando la parte aérea estaba completamente seca. También, se consideró la altura de planta (cm), diámetro de la base del tallo (mm), peso seco de raíz (g MS m⁻²), peso seco de la parte aérea (g MS m⁻²) y la relación parte aérea-raíz, para establecer algunos parámetros agronómicos que indicaran el efecto de los biofertilizantes. En estas variables se consideró el número total de plantas que se encontraban en las macetas. Para obtener el peso seco, se cortó la parte aérea a ras del suelo y las raíces se extrajeron mediante el lavado con agua corriente. La biomasa aérea y la radical se colocaron por separado en bolsas de papel y se secaron durante 72 horas a 65 °C en una estufa de aire forzado y se pesaron (cuando tuvieron peso constante). Los datos obtenidos transformados a logaritmo para evitar heterocedasticidad y se sometieron a un análisis de varianza y pruebas comparativas de medias por el método de Tukey al 5% de probabilidad, utilizando el paquete estadístico SPSS versión 19 para un arreglo factorial en un diseño completamente al azar. En el caso de las interacciones con significancia estadística, se utilizó el mismo programa para obtener las gráficas correspondientes.

Resultados y Discusión

Las diferencias en el comportamiento de las especies fue altamente significativo (P<0.01) en la mayoría de las variables evaluadas, excepto en la relación parte aérea-raíz, el efecto de la secuencia de humedad fue altamente significativo (P<0.01) en la altura de planta y significativo (P<0.05) en el diámetro de la base del tallo, finalmente dentro de los efectos principales, los niveles de biofertilización tuvieron diferencias significativas (P<0.05) para el porcentaje de plántulas que emergieron, altura de planta y el peso seco de la biomasa aérea y radical. En la interacciones, la combinación especie y biofertilizante tuvo efecto significativo (P<0.05) en la variable altura de planta. De manera general, se observa que mediante las condiciones ambientales establecidas, la humedad producto de los riegos no afectó, mientras que la inoculación de las semillas con los microbios si afectó el establecimiento de estas gramíneas.

El 23.63% de semillas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu germinaron y emergieron, cantidad significativamente mayor al 5.13% de semillas de *Cenchrus ciliaris* L. que germinaron y emergieron las plántulas; sin embargo, casi una sexta parte de las plántulas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu murieron por ataque de insectos, lo que influyó en las diferencias, ya que el 100% de las plántulas de *Cenchrus ciliaris* L. sobrevivió, valor que fue mayor y

significativamente diferente (Cuadro 1). Ambas especies, no superaron el 50% de emergencia, por lo que probablemente la mayoría de semillas aun presentaban un alto estado de latencia fenómeno al que está supeditado el establecimiento de pastizales (Flores *et al.*, 1998). Se menciona que las semillas de estos pastos después de seis meses aumentan el porcentaje de germinación (Jiménez *et al.*, 2005; Parroquín *et al.*, 20011), sin embargo, se ha sugerido que en *Cenchrus ciliaris* L., las glumas confieren un tipo de resistencia mecánica que impide la germinación de semillas viables (Hacker y Ratcliff, 1989); recientemente se ha confirmado que en la unión cariósipide-glumas, se encuentran pequeñas microestructuras que al estar en capas y muy compactas, dificultan la germinación, en campo este efecto se pierde por el efecto del fuego, de microorganismos o por la descomposición de las cubiertas seminales producto de la humedad, sin embargo, en almacenamiento esto no ocurre (Ma *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Efecto de humedad y la biofertilización sobre el establecimiento de *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Niveles	Emer [†] (%)	Sob (%)	AP (cm)	DT (mm)	MSR (g m ²)	MSA (g MS m ²)	R ^{a-r}
Especie							
<i>Cenchrus ciliaris</i>	5.13 b ¹	100.00 a	15.35 b	3.22 b	1.74 b	6.87 b	3.58 a
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. "Marandu"	23.63 a	98.29 b	32.57 a	6.41 a	17.90 a	60.33 a	3.65 a
Humedad							
Sin estrés	15.44 a	99.48 a	25.57 a	5.00 a	9.79 a	33.46 a	3.78 a
Estrés	13.31 a	99.80 a	22.35 b	4.62 b	9.85 a	33.78 a	3.45 a
Biofertilizante							
Testigo	9.88 b	99.65 a	19.00 c	4.69 a	5.55 b	20.08 b	3.30 a
<i>Glomus intraradices</i>	18.25 a	99.69 a	28.88 a	4.93 a	12.95 a	47.33 a	3.76 a
<i>Azospirillum brasilense</i>	13.50 ab	99.53 a	22.66 b	4.69 a	11.10 ab	35.50 ab	3.74 a
Mezcla	15.88 ab	99.71 a	25.30 b	4.92 a	9.68 ab	31.49 ab	3.56 a

[†]Emergencia (Emer), Supervivencia (Sob), Altura de planta (AP), Diámetro de la base del tallo (DT), Materia seca radical (BR), Materia seca aérea (BA), Relación materia seca aérea-radical (R^{a/r}). ¹ Valores con la misma letra en columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

En el caso de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu la impermeabilidad de la testa de las semillas (latencia física) hace necesario someterlas a tratamientos de escarificación, aunque sean semillas viables (Sallum *et al.*, 2010). También, el tamaño que alcanzaron las plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, 32.57 cm de altura, 6.41 mm diámetro de la base del tallo, materia seca 17.90 g m⁻² acumulada en la raíz y 60.33 g m⁻² acumulada en la parte aérea fueron superiores significativamente a los de *Cenchrus ciliaris* L., lo cual pudiera ser producto de un proceso de selección y mejoramiento más intenso al que ha sido sometida *Brachiaria* sp. en la que se ha trabajado la variabilidad de diversas características de la especie, se ha continuado con seleccionar semilla e individuos con mayor productividad (principalmente *B. brizantha*), y con buena aceptación por el ganado (Pérez-Silva *et al.* 1999; Sosa *et al.*, 2006 y Cabrera *et al.*, 2009). Las plantas sometidas a la secuencia de humedad sin estrés fueron 3.22 cm más altas y con 0.38 mm mayor diámetro, valores significativamente superiores a los correspondientes de las plantas que se sometieron a la humedad con estrés. Sin embargo, el efecto de humedad no fue significativo en la emergencia y supervivencia, lo que indica que en la mayoría de los años estos

pastos podrían sobrevivir bajo las condiciones que se presentan en la zona de estudio, pero los porcentajes de emergencia serían muy bajos (15.44 y 13.31%), por lo que se tendrían que ajustar las tasas de siembra recomendadas (Cuadro 1). Resultados similares son reportados por Pérez-Silva *et al.* (1999), quienes en su estudio consideraron la producción de biomasa y altura de planta de tres especies de *Brachiaria* (*B. brizantha*, *B. humidicola* y *B. dictyoneura*), en diferentes edades de corte bajo condiciones extremas de precipitación (mínima y máxima), encontraron que independientemente de la especie y fecha de corte, las plantas alcanzaron mayor altura cuando el nivel de humedad de suelo fue satisfactorio, en este caso con las máximas precipitaciones. Con respecto a los biofertilizantes, el efecto de *Glomus intraradices* fue mayor en todas las variables de estudio, sin embargo, en el porcentaje de emergencia (18.25%), la materia seca radical (12.95 g m⁻²) y la materia seca aérea (47.33 g m⁻²) no presentaron diferencias estadísticas con los valores promedio de las plantas inoculadas con *Azospirillum brasilense* y la mezcla de ambos, pero si fueron significativamente mayores con los valores promedio de las plantas sin inocular. En la altura de planta (28.88 cm) fue significativamente mayor al resto de los tratamientos (Cuadro 3). En ambas especies hubo un incremento en la altura de planta, respecto al testigo, cuando las semillas se inocularon con *Glomus intraradices* y la mezcla con *Azospirillum brasilense*. Las plantas que alcanzaron mayor altura fueron las inoculadas solamente con *Glomus intraradices* (20.2 y 37.42 cm, respectivamente), sin embargo, *Azospirillum brasilense* si tuvo efecto en promover mayor altura de las plantas de *Cenchrus ciliaris* L. pero no en *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Lo que sugiere que en este microorganismo hay un alto grado de especificidad, infectividad y efectividad por lo que no se puede generalizar su efecto a todas las gramíneas forrajeras.

Conclusiones

Brachiaria brizantha cv. Marandu fue significativamente superior en el porcentaje de emergencia (23.63%), altura de planta (32.57 cm), diámetro de la base del tallo (6.41 mm) y la biomasa seca aérea (60.33 g MS m⁻²) y radical (17.90 g MS m⁻²), mientras que *Cenchrus ciliaris* L. fue superior en el porcentaje de sobrevivencia (100 %). Las plantas que recibieron humedad sin estrés alcanzaron mayor altura (25.57 cm) y diámetro de la base del tallo (5.0 mm). En el grupo de semillas inoculadas con los biofertilizantes *Glomus intraradices*, *Azospirillum brasilense* y la mezcla de ambos, mayor porcentaje de estas germinó y las plantas alcanzaron mayor tamaño en comparación a semillas no inoculadas. Las plantas inoculadas con *Glomus intraradices*, alcanzaron mayor altura de planta (28.88 cm) que las plantas sometidas al resto de los tratamientos. Por lo que se recomienda la inoculación con este microorganismo. En la interacción especie y biofertilizante hubo efecto sobre la altura de planta de ambas especies con la inoculación de *Glomus intraradices* y la mezcla con *Azospirillum brasilense*, sin embargo, de manera individual, este último solo benefició la altura de planta de *Cenchrus ciliaris* L.

Literatura Citada

- Black AD, Moot DJ, Lucas RJ. Development and growth characteristics of caucasian and white clover seedlings, compared with perennial ryegrass. Grass For Sci 2006;61(4):442-453.
- Cabrera TEE, Sosa REE, Castellanos RAF, Gutiérrez BAO, Ramírez SJH. Comparación de la concentración mineral en forrajes y suelos de zonas ganaderas del estado de Quintana Roo, México. Veterinaria México 2009;40(20):167-179.

- Carrillo SSM, Arredondo MT, Huber-Sannwald E, Flores RJ. Comparación de la germinación de semillas y crecimiento de plántulas entre gramíneas nativas y exóticas del pastizal semiárido. *Téc Pec Méx* 2009;47(3):299-312.
- Cassan F, Sgroy V, Perrig D, Masciareli O, Luna V. Producción de fitohormonas por *Azospirillum* sp. aspectos fisiológicos y tecnológicos de la promoción del crecimiento vegetal. In: Díaz-Franco A, Mayek-Pérez N editores. La biofertilización como tecnología sostenible. 1ra ed. México: Plaza y Valdés; 2008:61-86.
- Dietl W, Fernández F, Venegas C. Manejo sostenible de praderas. Su flora y vegetación. Santiago de Chile: Boletín INIA N° 187. 2009.
- Durán PN, Ruiz CJA, González EDR, Núñez HG, Padilla RJ, Contreras RSH. Temperaturas cardinales de desarrollo en la etapa siembra-emergencia de 11 pastos forrajeros. *Rev Mex Cien Pec* 2011;2(3):347-357.
- Esqueda CMH, Carrillo RRL, Sosa CM, Melgoza CA, Royo MMH, Jiménez CJ. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas inoculadas con biofertilizantes en condiciones de invernadero. *Téc Pec Méx* 2002;42(3):459-475.
- Fernández F, Gómez R, Martínez MA, de la Noval BM. Producto inoculante micorrízogeno. Patente No. 22 641. Cuba. 2001.
- Flores VZ, Montes J, Manzano M. Efecto del almacenamiento y tratamiento con ácido sulfúrico en semillas de *Brachiaria dictioneura*. *Zootecnia Tropical* 1998;16(2):277-286.
- Hacker JB, Ratcliff D. Seed dormancy and factors controlling dormancy breakdown in buffel grass accessions from contrasting provenances. *J Applied Eco* 1989;26: 201-212.
- INEGI. Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática. Carta topográfica de Valles Centrales de Oaxaca. Escala 1:50 000. 1993.
- Jiménez GCA, Maciel PL, de Alba AA, González CF. Siembra de Buffel. Folleto para productores N°. 37. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Pabellon 2005.
- Ma HY, Liang ZW, Liu M, Wang MM, Wang SH. Mechanism of the glumes in inhibiting seed germination of *Leymus chinensis* (Trin.) Tsvet (Poaceae). *Seed Sci Tech* 2010;38(3):655-664.
- Noda Y. Las micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. *Pastos y Forrajes* 2009;3(2):1-10.
- Parroquín RCG, Joaquín TBB. Evaluación de tratamientos de escarificación para eliminar la dormancia en semillas de los pastos *Brachiaria brizantha* cv. "Insurgente" y *Panicum maximum* cv. "Mombaza". In: Toledo FLJ editor. Memoria del 13° Foro Estatal de Investigación Científica y Tecnológica. COCYT, Oaxaca. 2011:25-27.
- Pérez-Silva G, Faria-Mármol J, González B. Evaluación agronómica de gramíneas forrajeras en Carora, estado Lara, Venezuela. *Rev Fac Agron (Luz)* 1999;16:621-636.
- Sallum SSM, Alves SD, De Agostini TAE, Neto MNB. Neutralizacao da escarificacao química sobre germinacao de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. 'Marandu'. *Rev Bras Cien Agra* 2010;5(3):315-321.
- Sosa REE, Cabrera TE, Pérez RD. Evaluación del potencial forrajero de gramíneas y leguminosas introducidas, bajo diferentes frecuencias de corte. *Trópico rural FUQROOP* 2006; 1(5):1-8.
- Venter PS, Rethman NFG. Germination of fresh seed of thirty *Cenchrus ciliaris* ecotypes as influenced by seed treatments. *J Grass Soc South Afr* 1992;9(4):181-182.

TRATAMIENTOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MECÁNICOS PARA ELIMINAR LA LATENCIA EN SEMILLAS DE *Cenchrus ciliaris* L. Y *Brachiaria brizantha* cv. Insurgente

PHYSICAL, CHEMICAL AND MECHANICAL TREATMENTS TO ELIMINATE DORMANCY FROM *Cenchrus ciliaris* L. Y *Brachiaria brizantha* cv. Insurgente SEEDS

Jesús Martínez¹, Yuri Villegas¹, José R. Enríquez¹, José C. Carrillo¹, Martha P. Jerez¹

¹Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Ex-Hacienda Nazareno. 71230, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

Resumen

Las semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Insurgente presentan latencia, fenómeno que impide que estas semillas germinen aunque sean viables y se encuentren en óptimas condiciones de humedad, temperatura y luz. Por lo tanto, con el objetivo de eliminar la latencia y mejorar la germinación de las semillas de estas especies, se determinó el efecto de tratamientos: a) físicos: inmersión de las semillas durante tiempos diferentes 12, 24 y 48 horas en agua con circulación constante; b) químicos: inmersión durante tiempos diferentes 2 y 4 minutos en H₂SO₄ diluido al 50% y durante 2 horas en KNO₃ al 0.5%; c) mecánicos: eliminación de glumas, y d) un testigo sin tratamiento. El experimento se estableció bajo condiciones de laboratorio de acuerdo a un diseño completamente al azar con un arreglo factorial incompleto 2x8, donde los factores fueron las dos especies y los ocho tratamientos a la semilla, en el caso de las semillas de *B. brizantha* cv. Insurgente no se tuvo el tratamiento con estructuras accesorias. La unidad experimental consistió de 50 semillas y se tuvieron cuatro repeticiones, en las que se evaluó el porcentaje y velocidad de germinación. En las semillas de *B. brizantha* cv. Marandu sometidas a la inmersión durante cuatro minutos en H₂SO₄ diluido al 50%, el 34% de éstas germinó con una velocidad de germinación de 2.71 plantas día⁻¹ valores significativamente mayores, respecto al resto de los tratamientos. Las semillas de *C. ciliaris* L. sometidas al tratamiento de eliminación de glumas fueron el único grupo de semillas de esta especie donde ocurrió germinación (12.5%).

Palabras clave: germinación, ácido sulfúrico, glumas, pastos.

Introducción

La latencia es el estado en el cual una semilla viable no germina, aunque se coloque en condiciones de humedad, temperatura, luz y concentración de oxígeno idóneas para hacerlo (Doria, 2010). Esta es una de las propiedades adaptativas más importantes que poseen los pastos (Herrera, 1994). Gracias a ello se logra incrementar el número de sitios seguros para la sobrevivencia en el espacio y tiempo (Koorneef *et al.*, 2002). Pero a la vez limita el establecimiento de gramíneas forrajeras para la alimentación del ganado, en los períodos en los cuales existe fuerte demanda de alimento y cobertura vegetal (Robles, 1990). Entre las razones de que se presente el reposo en semillas, las más comunes son: 1) presencia de un embrión inmaduro; 2) que la cubierta seminal sea impermeable al agua o al oxígeno; 3) la presencia de sustancias que actúen como inhibidores de la germinación (Bewley, 1997) y, 4) la resistencia mecánica que representan las cubiertas (glumas) que cubren a la cariósida, al sellarla herméticamente e inhibir la germinación (Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006; Ma *et al.*,

2010). Las semillas de los pastos *C. ciliaris* L. y *B. brizantha* cv. Insurgente presentan su máxima germinación entre seis y 18 meses después de cosechadas (Giarudo, 2003; Roig, 2004); sin embargo, los porcentajes son muy bajos (Sharif-Zadeh y Murdoch, 2000; Sallum *et al.*, 2010), por lo tanto, es posible probar algunos tratamientos físicos, químicos y mecánicos a la semilla con la finalidad de superar este estado de reposo, en este sentido, Enríquez *et al.* (1999), mencionan que la inmersión de las semillas de pastos en agua durante períodos de 12 a 24 horas permite el lavado de las sustancias que inhiben la germinación y se reinicie este proceso, constituyéndose este tratamiento como uno de los más prácticos y económicos para superar este fenómeno. La inmersión de las semillas de *B. decumbens* y *B. brizantha* cv. Insurgente en ácido sulfúrico, incrementan significativamente su germinación (Herrera, 1994, Sallum *et al.*, 2010). Pues según Camacho (1994), el ácido desgasta la cubierta de las semillas, ocurriendo un aumento considerable en la permeabilidad y la entrada de agua, o favoreciendo la difusión de inhibidores de la germinación, en caso de que se encuentren presentes en la semilla. En diversas investigaciones se reporta que en las semillas de pastos a las que se eliminan las cubiertas que cubren a la cariósida (glumas), presentan incrementos significativos en la germinación, respecto a las semillas que no se les retiran dichas estructuras (González *et al.*, 1994; Suarez y Zdravko, 1994). Sin embargo, es necesario identificar aquel o aquellos tratamientos que puedan incidir en la germinación de estas especies, dado que los resultados obtenidos aún no son concluyentes (Parroquín y Joaquín, 2011). Bajo este contexto, el objetivo fue determinar el efecto de tratamientos físicos, químicos y mecánicos sobre el porcentaje y velocidad de germinación de las semillas de *C. ciliaris* L. y *B. brizantha* cv. Marandu, bajo condiciones de laboratorio.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Agroecosistemas del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), ubicado en Santa Cruz, Xoxocotlán, Oaxaca. Se utilizaron semillas de *C. ciliaris* L. (93.5% de pureza) que fueron proporcionadas por el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, que tenían un año de almacenamiento a temperatura ambiente y semillas de *B. brizantha* cv. Marandu (96.4% de pureza) que se adquirieron en una empresa comercializadora de semillas con 8 meses de haber sido cosechadas. Las semillas de ambas especies se sometieron a diferentes tratamientos: a) testigo, b) físicos: remojo de las semillas con agua en circulación constante durante 12, 24 y 48 horas, c) químicos: inmersión de las semillas durante 2 y 4 minutos en H₂SO₄ diluido al 50% e inmersión de las semillas durante 2 horas en KNO₃ al 0.5% y, d) mecánico: eliminación de glumas. En *B. brizantha* cv. Marandu debido a que las semillas que se comercializan no tienen estructuras accesorias (glumas), sólo se tuvieron siete tratamientos, es decir, no se contó con el tratamiento mecánico de eliminación de glumas. El ensayo se mantuvo durante 20 días siguiendo los lineamientos de la International Seed Testing Association (ISTA, 1993), utilizando una cámara de germinación (Marca: RIOS ROCHA, Modelo: S-41). El experimento se estableció de acuerdo a un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial incompleto 2 x 8, con el factor especie en dos niveles (*C. ciliaris* L. y *B. brizantha* cv. Insurgente) y el factor tratamiento a las semillas con ocho niveles. Debido a que en la especie *B. brizantha* cv. Insurgente no se tuvo el tratamiento testigo (Semillas completas) en total se tuvieron 15 tratamientos. La unidad experimental consistió de 50 semillas y se tuvieron cuatro repeticiones por tratamiento. Considerándose el porcentaje de germinación y la velocidad de germinación. Se consideró que una semilla había germinado cuando presentaba una raíz de 0.5 cm y un hipocótilo de 1 cm (Gómez y González, 2004). También, se cuantificó el número de semillas que germinaron diariamente. Los datos se analizaron estadísticamente utilizando el

paquete SAS versión 9.1 para un arreglo factorial incompleto en un diseño completamente al azar (Vicente *et al.*, 2005). Se hicieron análisis de varianza y la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK, $p \leq 0.05$) para comparación de medias. Se utilizó esta técnica estadística ya que se ajusta al desbalance en la combinación de los niveles de los factores.

Resultados y Discusión

En los análisis de varianza se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en los efectos de los factores estudiados (especie y tratamiento a la semilla) para todas las variables de estudio, además, la interacción especie por tratamiento a la semilla, también fue altamente significativa ($P < 0.01$). Lo que indica que el efecto de los tratamientos que se probaron estuvo en función de las características de las semillas. En la interacción especie por tratamiento pregerminativo, en el Cuadro 1 se observa el porcentaje y velocidad de germinación de ambas especies sometidas a los diferentes tratamientos para mejorar la germinación. El mayor porcentaje (34%) y la velocidad de germinación ($2.71 \text{ plantas día}^{-1}$) ocurrió en las semillas de *B. brizantha* cv. Insurgente que fueron inmersas durante 4 minutos en ácido sulfúrico concentrado al 50%, superando estadísticamente al resto de los tratamientos evaluados. Sallum *et al.* (2010), mencionan que la inmersión de las semillas de *B. brizantha* cv. Insurgente en H_2SO_4 durante 10 minutos, promueve la superación de la latencia en las semillas de testa dura como es el caso de esta especie, alcanzando porcentajes de hasta 59%, resultados superiores a los de este estudio, sin embargo, con los mismos tiempos de inmersión que en los estudios anteriores, Parroquín y Joaquín (2011) reportaron en semillas de la misma especie un máximo de 18.8% de germinación, resultados inferiores a los de este estudio, en primer lugar esto indica que el ácido sulfúrico mejora la germinación de las semillas de esta especie. Pero los resultados aún no son concluyentes, pues sigue habiendo variaciones importantes en su efecto sobre la germinación de las semillas.

Cuadro 1. Porcentaje y velocidad de germinación de las semillas de *C. ciliaris* L. y *B. brizantha* cv. Insurgente sometidas a diferentes tratamientos.

Especie	Tratamiento	Germinación (%)	Velocidad de germinación (Plantas día ⁻¹)
<i>C. ciliaris</i>	Testigo	0.00 d ¹	0.00 e
<i>C. ciliaris</i>	H ₂ O 12 h	0.00 d	0.00 e
<i>B. brizantha</i> cv. Insurgente	H ₂ O 12 h	12.50 c	0.68 d
<i>C. ciliaris</i>	H ₂ O 24 h	0.00 d	0.00 e
<i>B. brizantha</i> cv. Insurgente	H ₂ O 24 h	12.00 c	0.73 d
<i>C. ciliaris</i>	H ₂ O 48 h	0.00 d	0.00 e
<i>B. brizantha</i> cv. Insurgente	H ₂ O 48 h	12.00 c	0.82 d
<i>C. ciliaris</i>	H ₂ SO ₄ (50%) 2 min	0.00 d	0.00 e
<i>B. brizantha</i> cv. Insurgente	H ₂ SO ₄ (50%) 2 min	29.00 b	2.20 b
<i>C. ciliaris</i>	H ₂ SO ₄ (50%) 4 min	0.00 d	0.00 e
<i>B. brizantha</i> cv. Insurgente	H ₂ SO ₄ (50%) 4 min	34.00 a	2.71 a
<i>C. ciliaris</i>	KNO ₃ (0.5%) 2 h	0.00 d	0.00 e
<i>B. brizantha</i> cv. Insurgente	KNO ₃ (0.5%) 2 h	11.50 c	0.57 d
<i>C. ciliaris</i>	Sin glumas	12.50 c	1.65 c
<i>B. brizantha</i> cv. Insurgente	Sin glumas	11.00 c	0.50 d

¹ Valores con la misma letra en columna no son estadísticamente diferentes (Scheffe $P < 0.05$).

El efecto del ácido sulfúrico es desgastar la cubierta (Camacho, 1994), lo que permitió que la imbibición de las semillas de *B. brizantha* cv. Insurgente ocurriera en un tiempo menor, reactivando los procesos de la germinación, por lo que la velocidad de germinación (semillas germinadas por día entre el número de días después de la siembra) fue significativamente diferente, respecto al resto de los tratamientos. En un estudio donde se evaluó la germinación de semillas de *B. decumbens* sometida a algunos tratamientos químicos: 1) H_2SO_4 por 4, 8 y 12 min; 2) en soluciones de KNO_3 (0,4 y 0,8%) por 2 h y, 3) la combinación de los tratamientos anteriores: Los resultados mostraron valores significativos más altos en germinación (cerca al 50%) al incrementar los tiempos de inmersión en H_2SO_4 y KNO_3 , sin embargo, los valores más altos (60%) se alcanzaron con la combinación de ambas sustancias, lo que indica que en las semillas de esta especie existe más de un mecanismo involucrado en la latencia (Herrera, 1994), por lo tanto, particularmente en las semillas *B. brizantha* cv. Insurgente según los resultados de este estudio, el reposo se encuentra asociado principalmente a la impermeabilidad de la cubierta de la semilla, lo que explica el efecto positivo del ácido sulfúrico sobre el porcentaje de germinación de esta especie. En *C. ciliaris* L. sólo hubo respuesta en el porcentaje y velocidad de germinación con el tratamiento mecánico de eliminación de glumas con 12.5% y 1.65 plantas día⁻¹, respectivamente (Cuadro 1), resultados similares se han reportado en otros estudios donde se encontraron efectos significativos sobre la germinación, eliminando las glumas en semillas de pastos (González *et al.*, 1994; Suárez y Zdravko, 1994). En esta especie las cariósides se encuentran cubiertas por estructuras accesorias como son las glumas (lemas y paleas) (Palma *et al.*, 2000) en las cuales se encuentran sustancias químicas de tipo fenólicas, particularmente antocianinas, que se han asociado con la inhibición de la germinación (Jiménez *et al.*, 2005), y a esta causa se le ha atribuido la no germinación de *C. ciliaris* L. (Venter y Rethman, 1992), sin embargo, en un estudio reciente Ma *et al.* (2010), encontraron que las glumas afectan la germinación de las semillas debido a un efecto de resistencia mecánica y no a la presencia de inhibidores, pues al observar con microscopio la unión cariósida-glumas, encontraron que existen muchas microestructuras innecesarias las cuales están en capas y muy compactas unidas a la cariósida de manera hermética, lo que impide una adecuada germinación. Esto explica por qué no hubo respuesta de los tratamientos con agua y nitrato de potasio (KNO_3), pues estos tratamientos tienen como objetivo el lavado y difusión fuera de la semilla de los inhibidores de la germinación, respectivamente (Camacho, 1994).

Conclusiones

Se identificó al tratamiento mecánico de eliminación de glumas y la inmersión durante 4 minutos en H_2SO_4 (50%) como los mejores tratamientos para aumentar la germinación de *C. ciliaris* L. y *B. brizantha* cv. Marandu, respectivamente.

Literatura Citada

- Bewley, J. D. 1997. Seed germination and dormancy. *The plant cell* 9: 1055-1066.
- Camacho, M. F. 1994. Dormición de semillas: causas y tratamientos. Editorial Trillas. México. D. F. 125 pp.
- Doria, J. 2010. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales* 31 (1): 74-85.
- Enríquez, Q. F. J., F. Meléndez N. y E. D. Bolaños A. 1999. Tecnología para la producción de forrajes tropicales en México. INIFAP. Campo Experimental Papaloapan. CIRGOC. Libro técnico N°. 7. Veracruz, México. 262 pp.
- Finch-Savage, W. E. and G. Leubner-Metzger. 2006. Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist* 171: 501-523.
- Giarudo, M. 2003. Buffel grass, el pasto. *Marca Líquida Agropecuaria*, Córdoba 13 (121): 17-21.

- González, Y., F. Mendoza y R. Torres. 1994. Efecto del almacenamiento y la escarificación química y mecánica sobre las semillas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilik. Pastos y Forrajes 17 (1): 35-43.
- Herrera, J. 1994. Efecto de algunos tratamientos para interrumpir el reposo en semillas de pastos. II. *Brachiaria decumbens*. Agronomía Costarricense 18 (1): 75-85.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1993. International rules for seed testing. Seed Science and Technology. Supplement 21. 288 pp.
- Jiménez, G. C. A., L. Maciel P., A. de Alba, A. y F. González C. 2005. Siembra de Buffel. Folleto para productores N°. 37. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental Pabellón. 16 pp.
- Koornneef, M., L. Bentsink and H. Hilhorst. 2002. Seed dormancy and germination. Plant Biology 5: 33-36
- Ma, H. Y., Z. W. Liang, M. Liu, M. Wang M. and S. H. Wang. 2010. Mechanism of the glumes in inhibiting seed germination of *Leymus chinensis* (Trin.) Tsvet (Poaceae). Seed Science and Technology 38 (3): 655-664.
- Palma, R. M. P., A. López H. y J. C. Molina, M. 2000. Condiciones de almacenamiento y germinación de semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Andropogon gayanus* Kunth. Agrociencia 34 (2): 41-48.
- Parroquín, R. C. G. y B. B. Joaquín, T. 2011. Evaluación de tratamientos de escarificación para eliminar la dormancia en semillas de los pastos *Brachiaria brizantha* cv. “Insurgente” y *Panicum máximum* cv. “Mombaza”. In: J. Toledo, F. (ed) Memoria del 13° Foro Estatal de Investigación Científica y Tecnológica. COCYT, Oaxaca. pp. 25-27.
- Robles, S. R. 1990. Producción de granos y forrajes. 5ª ed. Editorial Noriega Limusa, México, D. F. 663 pp.
- Roig, C. A. 2004. *Brachiaria brizantha* cv. “Marandu”. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Córdoba, Argentina. 5 pp.
- Sallum, da S. S. M., S. Alves D., A. E. de Agostini T. y N. B. Neto, M. 2010. Neutralizacão da escarificação química sobre germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 5 (3): 315-321.
- Sharif-Zadeh, F. and A. J. Murdoch. 2000. The effects of different maturation conditions on seed dormancy and germination of *Cenchrus ciliaris*. Seed Science Research 10: 147-157.
- Suárez, N. y B. Zdravko. 1994. Viabilidad y germinación en *Trachypogon plumosus* (Poaceae). Ecotropicos 17 (1): 37-40.
- Venter, P. S. and F. G. Rethman N. 1992. Germination of fresh seed of thirty *Cenchrus ciliaris* ecotypes as influenced by seed treatments. J Grass Soc South Afr 9 (4): 181-182.
- Vicente, M. L., P. Girón, C. Nieto y T. Pérez. 2005. Diseño de experimentos. Soluciones con SAS y SPSS. Pearson Educación, Madrid, España. 400 pp.

EFFECTO DEL CONSUMO DEL CLON CUBANO OM-22 (*Pennisetum purpureum*) EN VACAS LACTANTES

CONSUMPTION EFFECT OF OM-22 CUBAN CLON (*Pennisetum purpureum*) IN LACTATING COWS

María del C. Zavaleta^{1*}, Edgar E. Sosa¹, Xavier García¹

¹ CIR-SURESTE. Campo Experimental Chetumal (INIFAP) zavaleta.maria@inifap.gob.mx

Resumen

La baja productividad de leche en las unidades de producción pecuaria está asociada a la estacionalidad y calidad del forraje que los animales consumen en pastoreo, el cual no alcanza a cubrir sus requerimientos de mantenimiento y producción. Dado lo anterior el objetivo de este estudio fue medir el efecto del clon cubano OM-22 en la producción de leche en vacas en lactancia. El trabajo se realizó en el “Rancho Seco” en la localidad de Xul-Ha, Quintana Roo, México, ubicada a los 18° 55' de L.N y 88° 46' de L.W, a una altitud de 25 msnm, con clima subtropical húmedo Aw1, con temperatura promedio de 27.6° C y una precipitación media anual de 1300 mm. Para el estudio se utilizaron 7 vacas en producción de la raza suizo-pardo con un peso promedio de 438 ± 40 kg, en el tercer periodo de lactancia, cada vaca se considero como una unidad experimental. El trabajo tuvo una duración de 75 días, de noviembre de 2011 a enero de 2012, que corresponde a los meses de menor precipitación. Los animales fueron desparasitados y se distribuyeron en dos grupos independientes a los que se aplicaron dos tratamientos: T1 que consistió en pastoreo más suplementación de forraje OM-22 con cuatro vacas en estudio; se pesó el forraje ofrecido y rechazado todos los días al momento de suministrarlo contenía 8% de proteína cruda, el T2, consistió en solo pastoreo (manejo tradicional del productor) con tres animales en estudio. Al momento de la ordeña mecánica; se proporcionaba un kilo de alimento comercial con 15% de proteína a todas las vacas. La variable a medir fue la producción de leche; el pesaje se realizó todos los días del periodo del experimento. Los datos fueron analizados mediante una prueba de T para comparación de medias para dos poblaciones independientes, utilizando el paquete SAS (Statistical Analysis System). Los resultados indicaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.0001$) para los promedios de los tratamientos que fueron de 64.89 y 38.97 Lt semana⁻¹ animal⁻¹, respectivamente. Dado lo anterior, se concluye que el forraje del clon cubano OM-22 proporcionado como suplemento a las vacas en ordeña resulta una opción viable ya que se logró incrementar en un 40% la producción de leche en comparación al manejo tradicional y resulta una buena alternativa de alimentación para el ganado en los meses de menor precipitación y producción de forraje en praderas.

Palabras clave: Producción, leche, forraje, bovinos.

Introducción

La producción de leche en México ha tenido un crecimiento en los últimos años del 10.3%, lo que hace que en términos monetarios esta actividad sea equivalente al 22% del valor total del sector pecuario (SAGARPA, 2011); del total de la producción anual los estados que más producen son la Región Lagunera con el 19.7%, Jalisco 18.3%, Chihuahua con 8.7%, Hidalgo y Querétaro 5.5%, Guanajuato 7.4% y Veracruz 6.7%; de los cuales se tiene un 66.2% el restante 33% es aportado en pequeñas proporciones por otros estados (SIAP-SAGARPA 2011). En este sentido, se ha observado que la baja productividad de leche que tienen las unidades pecuarias se ve afectada por las condiciones agro-climatológicas; en las que se

tienen baja producción de forraje en la época de menor precipitación, características genéticas propias del ganado de las razas cebuinas y sus cruza, que no es ganado especializado para este fin. Otro factor es el manejo al ganado, que se da en forma extensiva, confinándose a los corrales solo durante la noche, su alimentación se basa en el pastoreo asociado a la estacionalidad y calidad del forraje y con un mínimo de complementos en alimentos balanceados. Dado lo anterior, el objetivo de este estudio fue medir el efecto de la suplementación con el clon cubano OM-22 en la producción de leche en vacas en producción.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el “Rancho Seco” en la localidad de Xul-Ha, Quintana Roo, México, ubicada a los 18° 55' de L.N y 88° 46' de L.W, a una altitud de 25 msnm. Para el estudio se utilizaron 7 vacas en producción de la raza suizo-pardo con un peso promedio de 438 ± 40 kg, en el tercer periodo de lactancia, cada vaca se considero como una unidad experimental.

El peso se estimo con la tecnica de la cinta métrica, que consiste en medir el largo desde la cruz hasta la implantación de la cola y el torácico que incluye toda la circunferencia antes del brazuelo; estos datos se correlacionan y se obtiene el peso más acercado; esto valores se corroboraron con las tablas diseñadas por Mahecha *et. al* (2002) y Stritzler (2003).



De un total de 38 animales se seleccionaron los vientres que estaban en su tercer ciclo de lactancia, con pesos promedio similares y de la misma cruza. El trabajo tuvo una duración de 75 días, de noviembre de 2011 a enero de 2012, que corresponde a los meses de menor precipitación. Los animales fueron desparasitados con Ivermectina al 5%; la distribución fue en dos grupos independientes a los que se aplicaron dos tratamientos: T1 que consistió en pastoreo más suplementación de forraje OM-22 (*Pennisetum purpureum*); con cuatro vacas en estudio; los animales salían a un potrero con pasto Chetumal (*Brachiaria brizantha*) y por la tarde se separaban las cuatro vacas en estudio y se les proporcionaba zacate OM-22; se pesaba ofrecido y rechazado todos los días, al momento de proporcionarlo contenía en promedio 8% de proteína cruda y 60 días de edad; el análisis para obtener proteína fue por el método Kjeldahl. El T2, consistió en solo pastoreo (manejo tradicional del productor) con tres animales en estudio. Al momento de la ordeña la cual era mecánica; se les proporcionaba un kilo de alimento comercial con 15% de proteína a todas las vacas. El pesaje de la leche se realizó diario.

Los datos fueron analizados mediante una prueba de T para comparación de medias para dos poblaciones independientes, utilizando el paquete SAS (Statistical Analysis System), (SAS, 1992).

Resultados y Discusión:

Los resultados indicaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.0001$) para los promedios de los tratamientos T1(pastoreo+ forraje ofrecido) y T2 (solo pastoreo, manejo del productor); fueron de 64.89 y 38.97 Lt semana⁻¹ animal⁻¹, respectivamente. Roa *et. al* (2000), reportan en vacas de segunda y tercera lactancia pastoreadas en praderas de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y suplementadas con forraje de corte King grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) una producción de 43.2 kg de leche semana⁻¹ en vacas productoras de leche mientras que sin suplemento se tenia una producción de 28.8 kg de leche semana⁻¹.

En la Figura 1, se puede observar que en las vacas suplementadas la primera semanas hubo una producción de 75 Lt/leche/semana, en las próximas tres semanas disminuye y se estabiliza pero es menor que la primera con un promedio de 66 L/leche/semana en las semanas cinco a la siete incrementa a 74 Lt de leche semana⁻¹ y se mantiene; en la semana ocho, disminuye a 45 Lt de leche semana⁻¹, lo cual se atribuye a la disminución en el consumo de forraje debido a su madurez así como una disminución en la disponibilidad de forraje en las praderas. La producción de leche de los animales con el manejo habitual del productor se mantuvo durante todo el periodo con un promedio de 38.97 Lt de leche semana⁻¹.

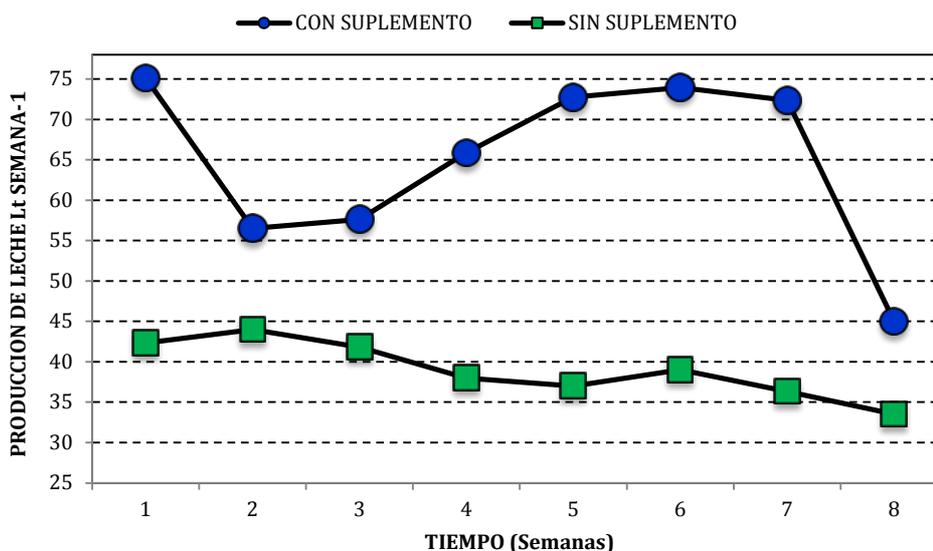


Figura 1. Producción de leche semanal en bovinos suplementados con forraje OM-22 (*Pennisetum purpureum*) y sin suplemento.

Lizárraga *et. al* (2002); en situaciones similares de lechería en unidades de producción pequeñas al suplementar con zacate Taiwan (*Pennisetum purpureum*) lograron un incremento en la producción de leche de 29.6 a 43.2 litros vaca⁻¹ semana⁻¹ en los meses de agosto, manteniendo la producción hasta diciembre.

En la Figura 2 se observa que con respecto al consumo de forraje, en las primeras dos semanas fue de 32 y 34 kg semana⁻¹; este fue menor en relación a las semanas consecutivas, donde alcanzó un máximo de 59 kg semana⁻¹ hasta la séptima semana, mientras que en la semana ocho hay un decremento que llega hasta los 40 kg semana⁻¹. Lo anterior se atribuye a que el forraje ya había alcanzado su madurez, razón por la cual el consumo disminuye al incrementarse la cantidad de fibra y disminuir la cantidad de proteína.

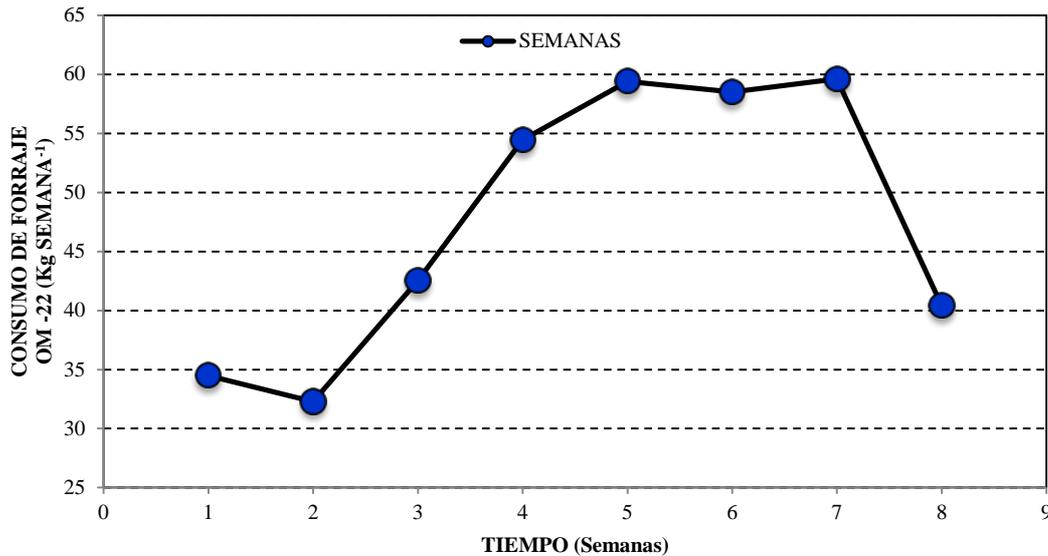


Figura 2. Consumo de forraje OM-22 (*Pennisetum purpureum*) en el periodo de estudio en vacas lactantes.

Las figuras 1 y 2 muestran una alta similitud con respecto al comportamiento en la producción de leche y el consumo de forraje; por lo que es necesario que el forraje que se les proporcione a los animales sea fresco para mantener la producción en todo el periodo y no demasiado maduro para evitar el rechazo por los animales.

Conclusiones

Cuando el productor no cuenta con bancos forrajeros, en ocasiones se ve en la necesidad de disminuir el número de animales para la ordeña y en otras ocasiones deja de ordeñar; dañando su economía.

Los bancos de biomasa o forrajero permiten mantener la producción aun cuando la disponibilidad de pasto en la pradera disminuya por efectos de clima o manejo.

La suplementación de forraje por las tardes implica una actividad mayor ya que se debe cortar y picar para ser proporcionado a los animales; en comparación al manejo del productor el cual solo encierra a sus animales después del pastoreo sin ningún tipo de suplemento.

Se observó que la suplementación con forraje del clon cubano OM-22 proporcionado como suplemento a las vacas en ordeña resulta una opción viable ya que se logra incrementar en un 40% la producción de leche en comparación al manejo tradicional y resulta una buena alternativa de alimentación para el ganado en los meses de menor precipitación y producción de forraje en praderas.

El mayor beneficio que tiene el productor en el establecimiento de zacates de corte es sostener la producción láctea a lo largo del año, manteniendo y en muchas ocasiones incrementado los ingresos.

Literatura Citada

- Lizárraga. J., Peña., Herrero. 2002. Establecimiento, manejo y utilización de pasto de corte en lecherías de pequeña escala. Folleto técnico. 39p. [fecha de consulta: 18 de junio de 2012] Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=42338107>> Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), SAGARPA. 2011. http://www.canilec.org.mx/prod_leche.html. En línea.
- Mahecha L., Angulo J., Manrique P. 2002. Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. *Rev Col Cienc Pec* Vol. 15. pp 88-97.
- Roa. V., Muñoz. M., Geleano. P., Céspedes. S. 2000. Suplementación alimenticia de vacas de doble propósito con morera (*Morus alba*), Nacedero (*Trichanthera gigantea*) y pasto King grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) en el pie de monte llanero, Colombia. *Revista Agroforestería en las Américas*.
- Stritzler, N., Petruzzi, H., Fort, M., Giménez, H., Fernández, G. y Zuccari, A. 2003. Estimación indirecta de la condición corporal de vacas de cría. *Sitio Argentino de producción Animal*. pp. 74-76.
- Vite. C., López C., Ordaz R., Muñís G., Ramírez V., Ruiz F., López O., Reyes. 2007. Producción de leche y comportamiento reproductivo de vacas de doble propósito que consumen forrajes tropicales y concentrados. *Veterinaria*. México.

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL FORRAJERO EN VARIEDADES DE AVENA CULTIVADAS DURANTE EL INVIERNO EN DURANGO

FORAGE YIELD IN WINTER OATS GROWN UNDER IRRIGATION IN TWO FERTILIZER LEVELS, WINTER GROWN IN DURANGO, MEXICO

Octavio G. Núñez^{1*}, Rigoberto Rosales¹, Jesús López¹, Rafael Jiménez¹, Sergio Arellano¹.

¹INIFAP-Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango-El Mezquitil km 4.5. Durango, Dgo. México. C. P. 34170.

Resumen

En Durango, existe demanda de forraje para alimentar el ganado doméstico en la época de estiaje. El objetivo fue evaluar el potencial forrajero de cinco variedades de avena durante el invierno. Se evaluaron las variedades Papigochi, Chihuahua, Cuauhtémoc, Montezuma y Avemex. La siembra se realizó el 3 de febrero de 2012. Las variedades se sembraron en dos sistemas de manejo de fertilización que fueron la recomendada 100-60-00 y la limitada (54-60-00). Se tomaron seis muestras aleatorias de 1 m² en cada variedad. Los datos se analizaron en un diseño en bloques completos al azar con cinco variedades y seis repeticiones. La comparación de medias se obtuvo con base en la diferencia mínima significativa ($P<0.05$). Se observó similitud para la altura de planta en la fertilización recomendada; y en la limitada. En la fertilización recomendada se observaron ($P<0.05$) entre variedades para el rendimiento de forraje verde y henificado. La variedad Montezuma mostró un rendimiento de forraje verde mayor con 39.5 t/ha y 8.5 t/ha henificado. En la fertilización baja se observó ($P=0.05$) para la producción de forraje verde. Para la producción de forraje henificado Montezuma registró el valor más alto con 6.4 t/ha y resultó similar al observado en Papigochi 5.9 t/ha y Chihuahua 5.8 t/ha. Estos resultados demuestran que la avena responde a la aplicación del nitrógeno en la etapa de encañe, con lo cual se mejorara la producción de forraje. El cultivo de avena es una buena alternativa para incrementar la disponibilidad de forraje durante el invierno en Durango.

Palabras clave: variedades, avena, fertilización y producción

Abstract

Durango, there is a demand for feeding domestic cattle in the dry season. The objective was to evaluate the forage potential of five varieties of winter oats. The varieties evaluated Papigochi, were Chihuahua, Cuauhtémoc, Montezuma and Avemex. The trial took place on February 3, 2012. The varieties were planted in two management systems that were the recommended fertilization 100-60-00 and the limited (54-60-00). It took six random samples of 1 m² in each variety. The data were analyzed in a complete block design with five varieties and six replicates. The comparison of means was obtained based on minimum significant difference ($P<0.05$). Similarity was observed for plant height in the recommended fertilization and the limited. The recommended fertilization difference between varieties was observed for yield of green fodder and hay. The recommended fertilization difference between varieties were observed for yield of green forage and hay ($P<0.05$). The variety Montezuma showed a forage yield increased to 39.5 t/ha and 8.5 t/ha hay. In the low fertilization was observed for forage production ($P=0.05$). For the production of forage hay Montezuma recorded the highest value with 6.4 t/ha and was similar

to the one observed in Papigochic 5.9 t / ha and Chihuahua 5.8 t/ha. These results demonstrate that oats respond to the application of nitrogen in the jointing stage, thereby producing improved forage. The oat crop is a good alternative to increase forage availability during winter in Durango.

Key words: varieties, oats, fertilization and production

Introducción

En el estado de Durango, el panorama más común que se observa es la falta de forraje, para el mantenimiento y la finalización de ganado bovino durante la época de estiaje. La falta de finalización de los bovinos productores de carne ocasiona un bajo peso de los animales sacrificados. En el año 2011 estos registraron un peso de 268 kg, en relación con el promedio nacional que alcanzó 388 kg (SIAP, 2012a). La falta de forraje en los agostaderos y durante la finalización en Durango, se debe principalmente a la deficiente planeación productiva, altos costos del forraje, escasez de alimentos en el potrero, carencia de suplementos nutritivos de precio bajo y la falta de agua en los cuerpos de agua para sembrar especies forrajeras. Las deficiencias en la planeación productiva han ocasionado sobreexplotación del pastizal y erosión del suelo (Arrieta y Cortés, 2009; Cisneros *et al.*, 2009).

En la región Norte-Centro de México se han validado diferentes especies vegetales para mitigar el déficit forrajero, una de estas especies es la avena (*Avena sativa* L.), donde cada año se validan diferentes materiales, para darles nuevas opciones a los productores y ganaderos. La validación de diferentes variedades de avena en Durango permitirá la selección de aquellas que muestren potencial para la alimentación del ganado bovino. Los materiales más sembrados en Durango son Chihuahua y Cuauhtémoc. La avena que se caracteriza por ser un cultivo donde el 95 % de la producción, se utiliza para forraje y solo el 5 % se industrializa (Pajarito *et al.*, 2006). Esta especie se caracteriza por mostrar un bajo consumo de agua y puede utilizarse como complemento en las raciones, la forma de utilización es variado donde se puede ofrecer en praderas irrigadas, forrajes de corte tanto verde y henificados. Durante el año 2011, se sembraron en Durango 169 mil 651 hectáreas con avena forrajera, que originó una producción de 569,858 toneladas, esta productividad representa el 9 % de la producción nacional (SIAP, 2012b).

Materiales y Métodos

Se sembraron cinco variedades de avena con dos niveles de fertilización, durante el ciclo de invierno de 2012. La fecha de siembra fue el 3 de febrero de 2012 en el INIFAP-Durango, para la labranza se utilizó una sembradora de granos pequeños. En el experimento la siembra se realizó en franjas de treinta hileras de 20 cm, donde la franja fue de seis metros de ancho y cien metros de largo. Las variedades evaluadas fueron Papigochi, Chihuahua, Cuauhtémoc, Montezuma y Avemex. La cantidad de agua que se aplicó fue un riego pre-siembra y tres de auxilio, en ambos sistemas. Se aplicó la dosis de fertilización recomendada en los paquetes tecnológicos del INIFAP, 100-60-00 (N-P₂O₅-K₂O), la cual su distribución fue al momento de la siembra (27-60-00), amacolle (27-00-00) y encañe (46-00-00), y para el nivel de fertilización limitada, se omitió la aplicación de nitrógeno en la etapa de encañe (46-00-00). En lo referente al el cultivo se realizó una aplicación de Hierbamina ® para el control de las hierbas de hoja ancha, este se realizó a los 39 días después de la siembra (39 DDS).

Las variables evaluadas fueron la altura de la planta, producción de forraje fresco y henificado.

Para determinar la producción de forraje se tomaron seis muestras de 1 m², cuando los materiales iniciaron la aparición de la espiga. Luego de la determinación del rendimiento de forraje verde las muestras se pesaron después del corte (forraje verde) en una balanza electrónica con precisión de 0.01 g y secaron en una estufa de aire forzado a 60 °C. El análisis de la varianza para la producción de forraje, se realizó en un diseño en Bloques Completamente al Azar, con cinco variedades y seis repeticiones por variedad. La comparación de medias se realizó con la Diferencia Mínima Significativa (DMS) con un nivel de $\alpha = 0.05$.

Resultados y Discusión

En lo que respecta a los valores del sistema de fertilización recomendada. En el Cuadro 1 se presentan los promedios de cinco variedades en la variable altura de la planta, se observó en la condición de fertilización recomendada una variación entre 91.7-95.8 cm entre variedades ($P=0.05$). Para el rendimiento de forraje verde, se observaron tres grupos, en las cuales las cinco variedades estuvieron dentro de ellos. Los promedios mas altos fueron 39.5 y 35.2 t/ha en las variedades Montezuma y Chihuahua resultaron estadísticamente superiores al resto de las variedades, seguido de los valores de 32.5, 32.1 t/ha en las variedades Avemex y Cuauhtémoc respectivamente, donde el promedio de las dos variedades fueron estadísticamente similares ($P<0.05$). Para el rendimiento de forraje seco, se observaron tres grupos, en las cuales las cinco variedades estuvieron dentro de ellos. El valor mas alto fue de 8.5 t/ha en la variedad Montezuma, que fue estadísticamente superior al resto de las variedades seguido de los valores de 7.4 y 6.6 t/ha en las variedades Avemex y Chihuahua respectivamente, donde el promedio de las dos variedades fue similar pero independiente, los valores mas bajos que fueron: 6.2 y 6.1 t/ha para las variedades de Papigochi y Cuauhtémoc, donde el promedio de las dos variedades fue igual pero independiente a la variedad Chihuahua ($P<0.05$). Estos valores concuerdan con la producción reportada de 8 y 8.5 t/ha de forraje seco bajo condiciones de riego, para los años 2001 y 2005 (SAGARPA, 2005 y INEGI, 2006).

Cuadro 1. Altura de la planta y rendimiento de forraje registrado en variedades de avena cultivadas en el ciclo de invierno de 2012. Durango, Dgo.

Variedad	Altura (cm)	Forraje Fresco (t/ha)	Forraje Seco (t/ha)
100-60-00			
Papigochi	92.5 ^a	26.5 ^c	6.2 ^c
Chihuahua	92.5 ^a	35.2 ^{ab}	6.6 ^{bc}
Montezuma	95.0 ^a	39.5 ^a	8.5 ^a
Cuauhtémoc	91.7 ^a	32.1 ^{bc}	6.1 ^c
Avemex	95.8 ^a	32.5 ^{bc}	7.4 ^b
Promedio	93.5	31.8	6.4
54-60-00			
Papigochi	90.8 ^a	28.2 ^a	5.9 ^{ab}
Chihuahua	90.0 ^a	33.3 ^a	5.8 ^{ab}
Montezuma	83.8 ^a	27.8 ^a	6.4 ^a
Cuauhtémoc	85.8 ^a	31.7 ^a	5.5 ^b
Avemex	89.2 ^a	30.8 ^a	5.4 ^b
Promedio	87.9	31.8	6.4
CV (%)	6.7	16.4	11.7
DMS _{0,05}		6.1	0.9

En lo que respecta a los valores del sistema de fertilización baja (54-60-00). En el Cuadro 1 se presentan los promedios de cinco variedades. En la variable altura de la planta, se observó un promedio de 87.9 cm y una variación entre 90.8-83.8 cm entre variedades No existiendo diferencia significativa entre variedades ($P=0.05$).

Para el rendimiento de forraje seco, se observaron dos grupos en las cuales las cinco variedades estuvieron dentro de ellos. Las variedades Montezuma, Papigochi y chihuahua, fueron estadísticamente superiores a Cuauhtémoc y Avemex ($P<0.05$). Con base a los resultados obtenidos y tomando en cuenta las dosis de fertilización se observa que la avena responde eficientemente a la fertilización sin afectar el tamaño de la planta, pero si se refleja en la producción de fitomasa. Se puede sugerir con la fertilización (100-60-00) la opción para la producción de forraje en Durango, la variedad de Montezuma, por presentar el valor mas alto de producción tanto en forraje verde como en henificado y en la fertilización (54-60-00) a Papigochi, Chihuahua y Montezuma.

Conclusiones

La variedad Montezuma representa una opción para incrementar la producción de forraje durante el invierno, en el estado de Durango. Se observó que el cultivo de la avena responde significativamente a la aplicación de nitrógeno en la etapa de encañe, con lo cual se mejora la producción de forraje verde y henificado. El cultivo de avena puede utilizarse para incrementar la disponibilidad de forraje durante el invierno y con ello mejorar la competitividad de los productores agropecuarios de Durango.

Literatura Citada

- Arrieta, H.Y y Cortés, A. 2009. Diversidad de las gramíneas de Durango, México. Polibotánica 28: 49-68. México.
- Cisneros, A.D., M.I Mata, E.O. Rueda y M.A. Garbalena. 2009. Evaluación cuantitativa de la vegetación en agostaderos sobrepastoreados tratados con rodillo aereador. Memorias del VI Simposio Internacional de Pastizales. Universidad Autónoma de Nuevo León-Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. México. 1p.
- INEGI. 2006. Anuario estadístico del estado de Durango. INEGI. Aguascalientes Ags.
- Pajarito, R.A., González, H, Castillo, A., y López, J. 2006. Alternativas de producción con nuevas tecnologías para las áreas de temporal en Durango. 1: 13-14.
- SAGARPA. 2001. Avances de siembras y cosechas del 2001. Centro de estadística agropecuaria. Información estadística.
- SIAP. 2012a. Resumen estatal pecuario. Bovino producción, precio, valor y peso de ganado en pie 2011. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=993&tipo=1>.
- SIAP. 2012b. Cierre de la producción agrícola por estado. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?Option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351



RUMIANTES MAYORES



EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE SINCRONIZACIÓN E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN GANADO BOVINO PRODUCTOR DE CARNE

EVALUATION OF A SYNCHRONIZATION PROGRAM AND TIMED ARTIFICIAL INSEMINATION IN BEEF CATTLE

Sandra Alonso¹., Francisco J. Gutiérrez¹., Zimri Cortez¹., Jesús C. Acuña²., Héctor Gutierrez^{1*}

¹*Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas.*

²*Consultor veterinario "La Fresnillense".*

Resumen

El uso de tecnologías reproductivas en ganado bovino en condiciones de agostadero está poco difundido. El objetivo del presente trabajo fue evaluar un protocolo de Sincronización e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (SIATF) con análogos de GnRH y prostaglandinas (PGF₂α) sobre el porcentaje de gestación de vacas y vaquillas productoras de carne. Se utilizaron 2 bloques de vacas Brangus y vaquillas Angus bajo el siguiente esquema: bloque 1 vacas (n=6) y vaquillas de 15 meses (n=15); bloque 2 vacas (n=2) y vaquillas de 20 meses (n=11) utilizándose como técnicas de diagnóstico de gestación el ultrasonido y la palpación transrectal al día 35. Los resultados obtenidos mostraron un porcentaje de gestación de 29 y 62% para el bloque 1 y 2 respectivamente. Las vacas mostraron un 38% de gestación en comparación con el 42% en las vaquillas. Se concluye que el uso de protocolos para la sincronización del estro y la aplicación de la inseminación artificial a tiempo fijo muestra mejores resultados a los 20 meses de edad en comparación de a 15 meses.

Palabras clave: gestación, sincronización, ovsynch, inseminación artificial.

Abstract

The use of reproductive technologies in cattle in rangeland conditions is not widely implemented. The aim of this study was to evaluate a protocol of synchronization and timed artificial insemination (SIATF) using GnRH analogues and prostaglandins (PGF₂α), over cow and heifer beefcattle gestation percentage. We used 2 blocks of Brangus cows and heifers Angus under the following scheme: block 1 cow (n=6) and heifers of 15 months (n=15); block 2 cows (n=2) and heifers of 20 months (n=11), it was used as diagnostic of gestation techniques the ultrasound and transrectal palpation at day 35. The results obtained showed a gestation rate of 29 and 62% for block 1 and 2 respectively. We conclude that the use of protocols for synchronization of estrus and the application of artificial insemination at fixed time shows better results at 20 months of age compared to 15 months.

Key words: gestation, synchronization, artificial insemination.

Introducción

Uno de los factores con mayor impacto productivo de la ganadería en México, es la baja eficiencia reproductiva del hato, ya que influye en la rentabilidad de la producción de carne y leche (Taylor, 1984). En la actualidad, la ganadería bovina se ha interesado por implementar un sin número de estrategias y tecnologías en la reproducción animal (Seidel, 1995). Dentro de la más utilizadas encontramos la sincronización del estro (SE) y la inseminación artificial a tiempo

fijo (IATF), en la cual se busca el control o manipulación del ciclo estral de un grupo de vacas, con el propósito de que expresen estro (celo) aproximadamente al mismo tiempo, permitiendo así el uso de la IATF o a estro detectado (Larocca *et al*, 2005). Sin embargo, las tecnologías reproductivas son ampliamente utilizadas en ganado lechero, pero en ganado de carne bajo condiciones de agostadero su uso es muy limitado. Dentro de los aspectos económico-culturales que han limitado el uso de la IA o la IATF es la necesidad de instalaciones adecuadas, incluyendo prensas ganaderas, la necesidad de personal técnico capacitado, el costo del semen y termo, y la propia idiosincrasia del productor. Además, otros aspectos que han disminuido el uso de las tecnologías reproductivas en el ganado bovino productor de carne, son fallas en la detección de celos, anestro postparto, pubertad tardía, momento de la IA, manejo del semen, sitio del depósito del semen, salud reproductiva del hato y nutrición (Bó y Baruselli, 2002). La IA y la IATF son técnicas que han demostrado ampliamente su contribución en la optimización de los parámetros productivos y reproductivos, así como su gran aporte al mejoramiento genético en la ganadería (Blezinger 2005; Fioretti 2006; Bó y Baruselli, 2002). El mejoramiento genético y la fijación de características productivas, reproductivas y fenotípicas se ha logrado más rápidamente mediante el uso de sementales probados, mediante el establecimiento de programas de IA. Además han Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue comparar el porcentaje de gestación de vacas raza Brangus y vaquillas de 15 y 20 meses raza Angus con el fin de evaluar un programa de sincronización e inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bovino productor de carne en condiciones de agostadero.

Materiales y Métodos

Este trabajo se llevó a cabo en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas, donde se utilizaron vacas raza Brangus y vaquillas raza Angus para la aplicación del protocolo ovsynch, las cuales fueron divididas en 2 bloques bajo el siguiente esquema; bloque 1: vacas (n=6) y vaquillas (n=15) de 15 meses con peso promedio de 290 kg; bloque 2: vacas (n=2) y vaquillas (n=11) de 20 meses con peso promedio de 320 kg. Los animales fueron sometidos a un programa de flushing 15 d antes de la IA para garantizar un balance energético positivo. El protocolo de sincronización que se utilizó fue bajo el siguiente esquema: GnRH al día 0 a las 5:00 p.m., PGF2 α (Lutalyse®) a las 5:00 p.m. al día 7, segunda dosis de GnRH a las 5:00 p.m. al día 9, y se inseminaron a las 16 h el día 10 a las 9:00 a.m. El manejo del semen se realizó siguiendo procedimientos establecidos que incluyen descongelación con un termo automatizado a 37°C por 1 min, secado completo de la pajilla, precalentado del aplicador e inserción del aplicador en el animal en menos de 3 min después del descongelado. La IA se realizó por personal capacitado y con experiencia, para eliminar el efecto inseminador. Se utilizaron como técnicas de diagnóstico de gestación el ultrasonido y la palpación al día 35.

Resultados y Discusión

Los resultados mostraron en el bloque 1 un porcentaje de gestación del 29% en el cual el 33% se obtuvo en vacas y el 27% en vaquillas de 15 meses. Los resultados obtenidos en el bloque 2 tuvieron porcentajes de gestación de 62%, con valores de 50% en vacas y 64% en vaquillas de 20 meses. Con anticipación al trabajo de investigación, se establecieron las prácticas zootécnicas, técnica de sincronización y horarios de inseminación, manejo del semen, salud reproductiva del hato y alimentación. Deficiencias nutricionales producen anestro y baja fertilidad en el ganado bovino. Resultados previos realizados por Bó y Baruselli (2002) usando el protocolo ovsynch en

ganado *Bos taurus*, obtuvieron porcentajes que van desde 26% hasta el 55% de gestación, este mismo estudio también comparo los porcentajes de gestación en el ganado *Bos Indicus* los cuales fueron de 42 a 48% en vacas lactantes y de 21 a 43% en vaquillas lo cual puede deberse a diversos factores entre ellos, la pubertad tardía. Vaquillas que no han llegado a la madurez óptima limitan la fijación embrionaria y por consecuencia la gestación. Los resultados también demuestran que las vaquillas de 20 meses tienen mejor porcentaje de preñez que las vacas adultas, lo cual también ha sido observado por Carvajal (2009), el cual al comparar porcentajes de gestación de vacas y vaquillas con la aplicación de un protocolo ovsynch con IATF obtuvo resultados de 22 y 33% de gestación en vacas y vaquillas respectivamente. Además, bajo un programa ovsynch en el cual se procedió a la IA bajo celo detectado o a tiempo fijo, se obtuvieron porcentajes de gestación de 56 y 33% para celo detectado y 22 y 33% con IATF respectivamente para Vacas y vaquillas.

Cuadro 1. Porcentaje de gestación bajo un programa de Sincronización e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo.

% Gestación	Bloque 1	Bloque 2	Total
Vacas	2/6 =33%	1/2=50%	3/8=38%
Vaquillas	4/15=27%	7/11=64%	11/26=42%
Total	6/21=29%	8/13=62%	14/34=41%

En base a las características que muestran los parámetros reproductivos propios de la raza Angus, se ha establecido que las vaquillas alcanzan la madurez sexual a los 15 meses y un peso aproximado de 300 kg, no obstante, según nuestros resultados, es preferible esperarse a los 18 a 20 meses para proceder a establecer un programa de IATF.

El presente experimento fue realizado bajo condiciones medioambientales muy desfavorables, ya que se realizó bajo la peor sequía reportada en los últimos 50 años. En forma general, diversos distribuidores de semen manejan porcentajes de gestación entre el 60 y 70%, sin embargo, los obtenidos en éste trabajo nos indican que además de la alimentación, la madurez fisiológica de las vaquillas es importante. No obstante una de las ventajas de un protocolo de IATF es la ausencia en la detección del celo, en éste experimento se observó que algunos animales presentaron el celo el día 9 por la mañana, antes de la segunda aplicación de GnRH, lo que probablemente predispuso el moderado % de gestación obtenido. Por lo que una alternativa para incrementar el porcentaje de gestación sería inseminar el día 9 además del día 10 en un programa de IATF.

Conclusiones

El uso de protocolos para la sincronización del estro y la aplicación de la inseminación artificial a tiempo fijo mostraron mejores resultados a los 20 meses de edad en comparación a los 15 meses.

Literatura Citada

- Blezinger. 2005, Artificial Insemination: one of the Industry's Most Under Utilized Tools. <http://www.cattletoday.com>.
- Bó G.A y Baruselli., 2002. Programa de inseminación artificial a tiempo fijo en el ganado bovino en regiones subtropicales y tropicales. III curso internacional de ganadería de doble propósito. Memoria de XI congreso venezolano de producción e industria animal. ULA. Trujillo. Pp: 1-15.
- Fioretti. 2006 Inseminación Artificial una ponderosa herramienta subutilizada.
- Larocca, C; I. Lago., A. Fernández., G. Rosés., P. U. Armand., J C. D. Boggio. 2005. Alternativas para la sincronización de vaquillonas holstein uruguayo. Revista científica, FCV-LUZ/Vol. XV, N°6, Pp.512-516.
- Seidel G.E 1995. Reproductive biotechnologies for profitable beef production. Proc. Beef Improvement Federation. Sheridan, WY.
- Taylor, R. E 1984. Beef production and Beef Industry. Burgess Publishing Company, Minneapolis, MN. Pp. 604

INCIDENCIA DE ESTRÉS CALÓRICO Y SU IMPACTO EN LA TASA DE PREÑEZ DE UN ESTABLO EN JIMÉNEZ, CHIHUAHUA

INCIDENCE OF HEAT STRESS AND ITS IMPACT ON THE PREGNANCY RATE OF A DAIRY HERD IN JIMENEZ, CHIHUAHUA

Javier Antillón*, Moisés Barceló, Alfredo Anchondo y Felipe A. Rodríguez

**Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua*

Resumen

El objetivo fue determinar la incidencia y el efecto del estrés calórico (EC) sobre el porcentaje de preñez (PP) en un establo de Jiménez, Chihuahua. Los datos climáticos para el cálculo del índice de temperatura-humedad (ITH) se recabaron de una estación meteorológica próxima al establo. Se utilizaron los registros de inseminación artificial (IA) y PP en el periodo de julio de 2009 a julio de 2010. Se corrió un análisis de regresión lineal múltiple del PP en el ITH promedio en el mes en que se llevó a cabo la IA (ITH₀) y uno (ITH₋₁), dos (ITH₋₂) y tres (ITH₋₃) meses antes de la IA y se seleccionó el mejor modelo mediante el método “stepwise” de PROC REG de SAS[®]. También se monitoreó la temperatura vaginal de seis vacas cada hora durante cuatro meses (agosto a noviembre). El efecto del EC se reflejó durante el periodo comprendido de julio a noviembre, donde se presentó una reducción en el PP de 10 a 14 %. El ITH que mejor predijo la tasa de preñez fue el ITH₋₂, con una R² de 0.91 y un coeficiente de regresión de -0.59 ± 0.057 . La temperatura vaginal promedio durante los meses de monitoreo fue de 39.5 ± 0.2 °C, obteniendo temperaturas superiores a los 40°C a las 18:00 h en agosto y septiembre. En conclusión, se presenta EC en la región con un efecto negativo en el PP en el periodo de agosto a noviembre.

Palabras Clave: temperatura vaginal, ganado, condiciones climáticas

Introducción

Los animales experimentan estrés cuando las condiciones climáticas en que se encuentran sufren cambios notables. Estos cambios pueden ser temporales; en tal caso, la reacción del animal hacia éste cambio terminará tan pronto como el efecto estresante termine; o serán prolongados, donde el animal tratará de adaptarse a esta nueva situación (Ravagnolo y Misztal, 2002); con la reducción de la actividad física, el consumo de alimento y, consecuentemente, la producción y la reproducción (Fuguay, 1981; Bianca, 1965).

Un indicador ampliamente utilizado en áreas cálidas alrededor del mundo es el ITH (Mader *et al.*, 2006), el cual determina el impacto del EC sobre el ganado lechero. El umbral de la presentación de estrés es cuando este índice alcanza un valor de 68. A este ITH, la tasa de respiración excede sesenta respiraciones por minuto y comienza a observarse una disminución en la producción de leche; la temperatura rectal de las vacas se elevará por encima de los 38.5 °C (Zimbleman y Collier, 2011).

El EC experimentado durante el verano en los establos lecheros a lo largo del sur de los EUA se ha reconocido como un factor que afecta ampliamente la eficiencia tanto productiva como reproductiva (Jordan, 2003). En el estado de Chihuahua, la industria lechera genera una derrama económica importante; sin embargo, con las condiciones climáticas que se presentan durante los meses de verano (ITH de 73), se infiere que se presenta EC y que éste repercute sobre la

productividad de los animales; sin embargo, es poca la información que se tiene acerca del efecto del EC sobre el ganado lechero en esta región. Así, el objetivo fue determinar la presencia de EC durante el periodo de estudio y su impacto sobre la fertilidad en vacas Holstein de un establo de Jiménez, Chihuahua, representativo de las condiciones climáticas de la región norte – centro de México.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

Se trabajó con información del establo “Rancho San Antonio”, localizado en el kilómetro 0.5 de la carretera a Búfalo, en el municipio de Jiménez, Chihuahua. El clima de la zona es semiárido extremoso, con una temperatura media anual de 18.7 °C, una temperatura máxima de 42 °C y una mínima de -14 °C. Se tiene un promedio anual de 61 d de lluvia, con una humedad relativa del 45 % y una precipitación pluvial media anual de 374.1 mm.

El establo cuenta con sombra y ventilación mediante abanicos rotacionales, así como aspersores en la sala de ordeño.

Descripción de la Información

Se analizaron los datos de IA y PP mensual registrados en la base de datos “Lactofox” del establo antes mencionado durante el periodo de julio de 2009 a julio de 2010, así como los registros de temperaturas y humedad relativa tomados cada 10 min durante el tiempo del estudio en una estación meteorológica marca Davis modelo VantagePro Plus2, con software WeatherLink 5.7.1, ubicada en las coordenadas 27° 02’ 15’’ de latitud norte y 105° 11’ 56’’ de longitud oeste, a 1503 m.s.n.m. Esta información se procesó para determinar las temperaturas mínima, media y máxima, así como la media de humedad relativa por día, y a partir de estos valores, los promedios durante los meses en que se realizó el estudio, para calcular el índice promedio mensual de temperatura-humedad mediante la siguiente fórmula (Mader *et al.*, 2006):

$$ITH = (0.8 * T_{db}) + [(HR/100) * (T_{db} - 14.4)] + 46.4$$

Donde:

ITH es el índice de temperatura-humedad

T_{db} es la temperatura del bulbo seco; y

HR es la humedad relativa.

También se monitoreó la temperatura vaginal de un grupo de seis vacas con preñez de más de 90 d, a las cuales se les colocó un termómetro OneWire[®] sujeto a un dispositivo CID-R[®] impregnado con P₄. El termómetro colectó la temperatura vaginal cada hora, las 24 h del día, durante un periodo de cuatro meses (agosto a noviembre de 2009).

Análisis de la Información

Se obtuvo el promedio y la desviación estándar de la temperatura ambiental y la HR por hora del día y por mes de muestreo con la finalidad de observar el efecto ambiental sobre la temperatura corporal.

Adicionalmente, se corrió un análisis de regresión lineal múltiple del PP en el ITH promedio en el mes en que se realizó la IA (ITH₀), y uno (ITH₁), dos (ITH₂) y tres (ITH₃) meses antes de la IA, mediante el procedimiento REG de SAS[®] (2003), utilizando el método paso a paso (stepwise) para la selección del mejor modelo.

Resultados y Discusión

Al correr la regresión múltiple del PP en el ITH medido en los diferentes meses, el único ITH que entró al modelo fue el ITH₂. En el Cuadro 1 se presentan las ecuaciones de regresión incluyendo sólo el ITH de cada mes a la vez. De acuerdo al coeficiente de regresión del PP en el ITH₂, se presenta una disminución de 0.59 % en el PP por cada unidad de incremento en el ITH dos meses antes, con un coeficiente de determinación de 0.91. De este modo, dado que existe un incremento de aproximadamente 21.3 unidades en el ITH durante el verano, se espera una disminución en el PP de 12.6 % durante el mismo periodo. Aunado a esto, es importante señalar el efecto residual del ITH, puesto que los mayores valores se presentan en los meses de junio a agosto; sin embargo, repercuten sobre el PP dos meses después. En consecuencia, las intervenciones de manejo para reducir los efectos de la carga de calor sobre el PP se deben implementar al menos cinco semanas antes del servicio y una semana después del mismo (Morton *et al.*, 2007).

Cuadro 1. Ecuaciones de regresión lineal simple estimadas de la tasa de preñez (\hat{Y}) sobre el índice de Temperatura-Humedad (ITH) en el mismo mes (ITH₀), un mes (ITH₁), dos meses (ITH₂) y tres meses antes (ITH₃) de llevarse a cabo la inseminación artificial

ITH	Ecuación de Regresión	R²
Mes actual	$\hat{Y} = 40.0794 - 0.2344 * ITH_0$	0.15
Mes anterior	$\hat{Y} = 55.0468 - 0.4699 * ITH_1$	0.63
Dos meses antes	$\hat{Y} = 62.3923 - 0.5890 * ITH_2$	0.91
Tres meses antes	$\hat{Y} = 58.2081 - 0.5255 * ITH_3$	0.70

En la Gráfica 1 se presenta el comportamiento del ITH₂ y el PP a lo largo de los trece meses en que se realizó el estudio, donde se muestra un incremento en el ITH₂ (73 vs 51) y una clara disminución en el PP (19 vs 33 %) durante los meses cálidos del año. El mayor PP se obtuvo en el periodo de enero a abril, y a partir de mayo comienza a decaer para llegar a su nivel más bajo en el mes de septiembre. Huang *et al.* (2008) reportan un PP del 55 % durante los meses de invierno en Nueva York y Georgia y una caída de 10 y 24 % durante los meses cálidos, respectivamente.

Al Katanani *et al.* (2002) reportaron que el EC puede causar daño al ovocito y puede tomar hasta dos meses recuperar la calidad del ovocito una vez que el efecto del EC ha finalizado. Así, las temperaturas ambientales registradas en la región son superiores a los 26 °C y con HR de 46 % durante los meses de verano, dando como resultado un ITH de 73, por lo que se sugiere que en este estado el animal se encuentra bajo EC y se tendrá un decremento en la fertilidad del hato.

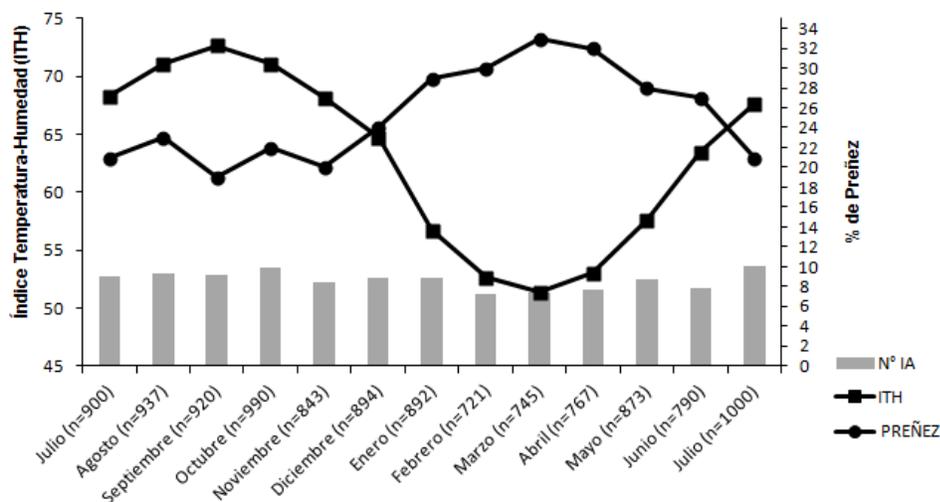
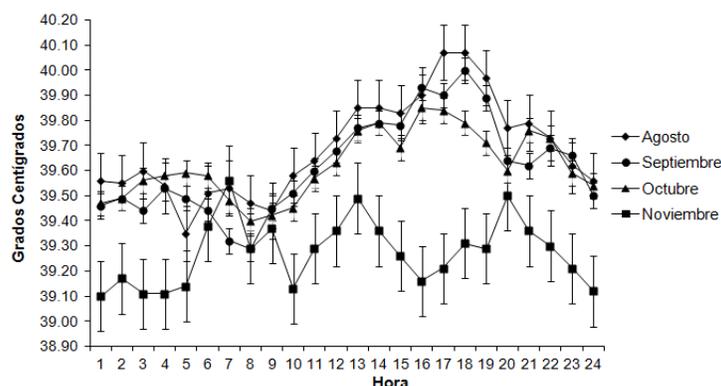


Figura 1. Tasa de preñez en el periodo de julio de 2009 a julio de 2010 con respecto al índice de Temperatura – Humedad con desfase de dos meses (ITH₂). N° IA = Número de vacas inseminadas artificialmente.

Por otra parte, en la Gráfica 2 se presenta el promedio de la temperatura vaginal registrada por hora del día durante los cuatro meses de monitoreo. En ésta, se observa que la temperatura máxima se alcanza a las 18:00 h, con valores superiores a los 40 °C en los meses de agosto y septiembre, a pesar de que el establo cuenta con sombra y ventilación, así como sistema de aspersión en la sala de ordeño; posteriormente, en los siguientes meses la temperatura tiende a disminuir. El patrón de comportamiento de las temperaturas registradas por hora del día durante los cuatro meses de monitoreo, sugiere que éstas tienden a aumentar con base en la actividad física del animal, como lo es la hora de ordeño y cuando se sirve el alimento.

Bouraoui *et al.* (2002) mencionan que se presenta un incremento de 0.5 °C en la temperatura rectal cuando el ITH se incrementa de 68 a 78; la frecuencia cardíaca y respiratoria se incrementan en seis latidos y cinco respiraciones por minuto, respectivamente. Por su parte, Dikmen y Hansen (2009) mencionan que temperaturas del bulbo seco de 29.7 °C estuvieron asociadas a temperaturas rectales de 39 °C y temperaturas del bulbo seco de 31.4 °C se asociaron a temperaturas rectales de 39.5 °C. En otro estudio realizado por Gwazdauskas *et al.* (1973), se estimó una reducción del 12 % en el PP por cada incremento en 0.5 °C de la temperatura uterina, por encima de los 38.6 °C. La exposición de embriones en estadio temprano (1 a 2 células) a temperaturas similares a las que experimentan las vacas bajo EC puede conllevar a una reducción en el porcentaje de blastocistos obtenidos, comprometiendo el desarrollo embrionario por las acciones directas del incremento en la temperatura sobre el ovocito y el embrión (Rivera y Hansen, 2001).



Gráfica 2. Promedio de temperatura vaginal (\pm D. E.) registrada por hora del día en las vacas Holstein monitoreadas durante los meses de agosto a noviembre de 2009

Las altas temperaturas ambientales ocasionan efectos detrimentales sobre los procesos fisiológicos necesarios para el establecimiento y mantenimiento de la preñez después de la fertilización (Morton *et al.*, 2007): deterioro de la calidad del ovocito y desarrollo embrionario, incremento en mortalidad embrionaria, disfunción del endometrio, esteroidogénesis alterada en folículos ováricos y cuerpo lúteo, pérdida de los patrones normales de dominio folicular y reducción del flujo sanguíneo uterino (Wolfenson *et al.*, 2000; De Rensis y Scaramuzzi, 2003).

Conclusiones

Las altas temperaturas, así como la humedad relativa registradas en Jiménez, Chihuahua, permiten identificar la presencia del EC, dando valores de ITH de hasta 73 en los meses de verano. El EC registrado trae como consecuencia un decremento significativo en el PP durante esta época.

Literatura Citada

- Al Katanani, Y. M., F. F. Paula-Lopes y P. J. Hansen. 2002. Effects of season and exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 85:390-396.
- Bianca, W. 1965. Reviews of the progress of dairy science. Section A. Physiology. Cattle in a hot environment. *J. Dairy Res.* 32:291-345.
- Bouraoui, R., M. Lahmar, A. Majdoub, M. Djemali y R. Belyea. 2002. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Anim. Res.* 51:479-491.
- De Rensis, F. y R. J. Scaramuzzi. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow –A review. *Theriogenology* 60:1139-1151.
- Dikmen, S. y P. J. Hansen. 2009. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? *J. Dairy Sci.* 92:109-116.
- Fuguay, J. W. 1981. Heat stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.* 52:164-174.
- Gwazdauskas, F. C., W. W. Thatcher y C. J. Wilcox. 1973. Physiological, environmental, and hormonal factors at insemination which may affect conception. *J. Dairy Sci.* 56:873-877.
- Huang, C., S. Tsuruta, J. K. Bertrand, I. Misztal, T. J. Lawlor y J. S. Clay. 2008. Environmental effects on conception rates of Holsteins in New York and Georgia. *J. Dairy Sci.* 91:818-825.
- Jordan, E. R. 2003. Effects of heat stress on reproduction. *J. Dairy Sci.* 86:104-114.
- Mader, T. L., M. S. Davis y T. Brown-Brandl. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 84:712-719.
- Morton, J. M., W. P. Tranter, D. G. Mayer, y N. N. Jonsson. 2007. Effects of environmental heat on conception rates in lactating dairy cows : Critical periods of exposure. *J. Dairy Sci.* 90:2271-2278.

2da Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción-2012
Mesa de Trabajo: Rumiantes Mayores

- Ravagnolo O. y I. Misztal. 2002. Effect of heat stress on nonreturn rate in Holstein cows: genetic analyses. *J. Dairy Sci.* 85:3092-3100.
- Rivera, R. M. y P. J. Hansen. 2001. Development of cultured bovine embryos after exposure to high temperatures in the physiological range. *Reproduction.* 121:107-115.
- SAS Institute. 2003. SAS/STAT Software: Change and enhancements through release 9.2 for windows. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Wolfenson, D., Z. Roth y R. Meidan. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: Basic and applied aspects. *Anim Reprod. Sci.* 60-61: 535-547.
- Zimbleman, R. B. y R. J. Collier. 2011. Heat hits cows sooner than we thought. *Hoard's Dairyman* April, 2011: 281.

EFFECTOS DE LA ALIMENTACIÓN CON HENO DE SOYA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE VACAS EN LACTACIÓN

EFFECTS OF FEEDING SOYBEAN HAY ON MILK YIELD AND MILK COMPOSITION OF LACTATING DAIRY COWS.

Luis Eduardo Arias¹, Jorge Humberto Villarreal¹, Gregorio Núñez², Esteban Salvador Osuna³, Jorge Armando Bonilla⁴, Fernando Gonzalez³, Ma. Rosario Tovar⁵

¹Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco-INIFAP, ²Campo Experimental La Laguna-INIFAP, ³Campo Experimental Pabellón-INIFAP, ⁴Campo Experimental Santiago Ixcuintla-INIFAP, ⁵Campo Experimental Valle de México-INIFAP.

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la alimentación con heno de soya sobre la producción y composición de la leche de vacas en lactación del sistema de producción de lechería familiar (SPLF). Catorce vacas Holstein fueron asignadas aleatoriamente a dos tratamientos: 1) dieta tradicional a base de rastrojo de maíz con grano (DRM) y 2) dieta innovadora a base de heno de soya (DHS). Se utilizó un diseño cruzado. El consumo de materia seca (CMS) fue menor ($P < 0.05$) en las vacas alimentadas con DHS que las que consumieron DRM (17.49 vs 17.82 kg día⁻¹). La producción de leche (23.83 vs 22.54 kg día⁻¹), LCG4% (21.72 vs 20.42 kg día⁻¹) y kilogramos de LCG4%/kg de CMS (1.24 vs 1.15) fueron mayores ($P < 0.01$) con la DHS en comparación a DRM. El costo de alimentación/kg LCG4% producido (3.04 vs 3.36 pesos) fue menor ($P < 0.01$) para las vacas alimentadas con DHS que las que consumieron DRM. Los cambios de peso y de condición corporal fueron similares entre tratamientos. La concentración de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos en leche no fueron influenciadas por las dietas (medias 34.2, 33.5, 44.6, 124.6 y 89.7 g/litro, respectivamente). La utilización de DHS en vacas en lactación en los SPLF mejora la calidad de la dieta e incrementa la producción de leche en 1.3 kg día⁻¹ sin afectar su composición y redujo en 10.5% los costos de alimentación que cuando se utiliza DRM.

Palabras Clave: heno de Soya, producción de leche, composición de leche, costo del alimento.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of feeding soybean hay on milk yield and milk composition of lactating cows of family dairy production system (FDPS). Fourteen Holstein cows were randomly assigned to two treatments: 1) traditional diet based on corn stover with grain (DRM) and 2) innovative diet based on soybean hay (DHS). Was used cross over design. Dry matter intake (DMI) was lower ($P < 0.05$) in cows fed DHS (17.49 kg day⁻¹) that for those fed DRM (17.82 kg day⁻¹). Milk production (23.83 vs 22.54 kg day⁻¹), fat corrected milk 4% (21.72 vs 20.42 kg FCM4% day⁻¹) and kg FCM4%/kg of DMI (1.24 vs 1.15) were higher ($P < 0.01$) in cows fed DHS compared with cows fed DRM. The feed cost/kg FCM4% produced (3.04 vs 3.36 pesos) was lower ($P < 0.01$) for cows fed DHS that cows fed DRM. The body weight changes and body condition were similar for both dietary treatments. Milk fat, protein, lactose, total solids and solids non-fat concentrations were not influenced by diets treatments (means 34.2, 33.5, 44.6, 124.6 and 89.7 g/liter, respectively). The utilization of DHS in lactating dairy cows in FDPS is possible to improve the quality of the diet and increases milk yield by 1.3 kg day⁻¹ without affecting composition milk and reduced feed costs by 10.5% than when using DRM.

Keys words: Soybean hay, milk yield, milk composition, feed cost.

Introducción

Los sistemas de producción de lechería familiares (SPLF) en México dependen en gran medida del suministro de concentrados comerciales en cuya elaboración se utilizan materias primas importadas de alto costo. La alimentación representa la mayor inversión dentro de los costos de producción de leche. Espinosa *et al.* (2004) reportaron costos de alimentación del 57 % en los SPLF de México; en el Estado de México Espinoza *et al.* (2005) señalan costos por alimentación del 76 al 79 %; en Jalisco se encontraron costos por alimentación del 71% (García *et al.* 2003). En un estudio reciente en Jalisco, la alimentación representó el 85 % de los costos de producción (Arias *et al.*, datos no publicados) y el concentrado comercial representó el 64% del costo de alimentación, basado en una dieta tradicional a base de rastrojo de maíz con grano y concentrado comercial en una proporción 30:70. Por lo anterior, es necesario encontrar alternativas que permitan reducir los altos costos de alimentación para mantener la capacidad competitiva de estos sistemas. Una opción es producir y utilizar forraje de alta calidad nutricional que permitan disminuir la cantidad de concentrado comercial en las raciones.

El forraje de soya cosechado en el etapa R6 es reconocido por Hintz y Albrecht (1994) como el óptimo para utilizar la soya como forraje y es comparable con la alfalfa, ya que puede aportar entre 1200 y 2000 kg ha⁻¹ de proteína cruda (PC). Además, contiene altos niveles de PC (16 a 19 %) y bajas cantidades de fibra (FDN 41% y FDA 36 %), en comparación con las gramíneas, provee una concentración de energía neta de lactación de 1.58 Mcal kg⁻¹ de MS (Tobía *et al.* 2004). Estas características ponderan al heno de soya como un forraje de buena calidad para cubrir los requerimientos de energía y PC del ganado lechero. El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de la alimentación con heno de soya sobre la producción y composición de la leche de vacas en lactación del sistema de lechería familiar

Materiales y Métodos

El estudio fue realizado en el rancho “Agua blanca”, municipio de Tepatitlán de Morelos Jalisco, México, localizado a 20° 52' 13.94" N y 102° 48' 4.9" O, a una altitud de 1936 msnm, con clima templado subhúmedo (A) C (w₁)(w)(e)g y temperatura media anual de 16.5 °C. La precipitación promedio es de 714 mm en el periodo de mayo a octubre, el suelo es de textura arcillosa con pH de 6.08. Se sembró soya (*Glycine max* L.) variedad Nainari y maíz (*Zea mays*) variedad Perseo, bajo condiciones de temporal (PV-2011), el rendimiento de forraje fue de \$ 7,100 y 14,100 kg MS/ha¹; el costo de producción por hectárea fue 13,960 y 19,910 pesos, respectivamente. Las plantas de soya y maíz fueron cosechadas en etapa R6 y henificadas al sol, posteriormente se molieron en cribas de 1 y 2 cm de diámetro, respectivamente. Se utilizaron 14 vacas Holstein con promedio de 2.4 partos, con 441 ± 69 kg de peso vivo, y con una condición corporal de 2.6 ± 0.25 basada en el proceso descrito por Ferguson *et al.* (1994). Las vacas se asignaron aleatoriamente a uno de dos grupos de acuerdo con su nivel de producción 23.8 ± 3.3 L día⁻¹ y tiempo en lactación 86 ± 49 días. Los grupos fueron asignados a los siguientes tratamientos: 1) dieta tradicional a base de rastrojo de maíz con grano y concentrado comercial (DRM) y 2) dieta a base de heno de soya, rastrojo de maíz con grano y concentrado comercial (DHS). La dieta de cada tratamiento (Cuadro 2) se ofreció en dos porciones, al momento de cada ordeño, después de cada ordeño las vacas apacentaron en potrero con baja disponibilidad de pasto.

Se formularon dos dietas isoenergéticas para cubrir las necesidades de materia seca (MS) de 18 kg día⁻¹ (NRC, 2001). El nivel de inclusión de henificado de soya se determinó en función de

simulaciones previas en CPM-Dairy V3 para el tipo de vacas e ingredientes utilizados en la prueba.

Se utilizó un diseño cruzado (Cross over), con dos periodos experimentales de 21 días cada uno (Steel y Torrie, 1985). Los primeros 14 días de cada periodo fueron de adaptación a las dietas y los últimos 7 días fueron para el registro de variables evaluadas y colección de muestras. El consumo de MS (CMS) fue registrado diariamente por diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado.

Las vacas fueron ordeñadas dos veces al día (06:00 y 16:00 h), la producción de leche fue registrada en kg día⁻¹ y corregida al 4% de grasa (LCG 4%) NRC (2001). Se colectaron dos muestras de leche por animal en cada periodo (días 18 y 21), la muestra de cada día fue mezclada en proporción a la producción láctea de cada ordeño, se cuantificaron: proteína, grasa, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales en analizador infrarrojo MILKOSCAN FT-120. El peso vivo y la condición corporal de las vacas se registraron al inicio y al final de cada periodo (días 1 y 21) por dos días consecutivos después del ordeño de la mañana. El análisis económico se determinó con base en la producción láctea, precio de leche y los costos diarios por concepto de alimentación. Los datos de las variables estudiadas fueron analizados por ANDEVA (proc GLM SAS (1989), utilizando el siguiente modelo: $Y_{ijk} = \mu + A_{ij} + P_k + T_h + e_{ijk}$. Donde: Y_{ijk} es la variable de respuesta, μ es la media general, A_{ij} es el efecto del j-ésimo animal en el i-ésimo grupo (columna), P_k es el efecto del k-ésimo periodo (hilera), T_h es el efecto del h-ésimo tratamiento, e_{ijk} es el efecto del error aleatorio.

Resultados y Discusión

Las vacas alimentadas con DHS tuvieron menor CMS ($P < 0.05$) que las alimentadas con DRM (Cuadro 3). Se esperaba que el CMS fuera mayor en las vacas alimentadas con DHS la cual contenía menor concentración de FDN en la dieta y en el forraje (Cuadros 1 y 2). El menor CMS con la DHS probablemente sea debido a una menor palatabilidad del heno de soya en comparación al rastrojo de maíz con grano. Tobia *et al.* (2004) y Vargas-Bello *et al.* (2008) encontraron menor CMS en vacas cuando suministraron en la dieta forraje de ensilado de soya en comparación a las dietas de forraje de maíz y alfalfa, respectivamente. La producción de leche, LCG4% y kg LCG4%/ kg CMS fueron mayores ($P < 0.01$) con la DHS en comparación a DRM (Cuadro 3). La mayor producción de leche, LCG4% y kilogramos de LCG4%/kg CMS por las vacas alimentadas con DHS, puede ser atribuida al mayor contenido de PC de la dieta. Al evaluar ambas dietas con similar nivel de EN_L , la respuesta en las vacas del SPLF alimentadas con la dieta tradicional (DRM) basada en rastrojo de maíz con grano, corrobora que la producción de leche está limitada por la baja concentración de PC en la dieta. La digestibilidad, contenido de PC y FDN de la dieta son los factores que mayor afectan la producción de leche de vacas, particularmente en lactación temprana, cuando la ingesta de MS es con frecuencia limitada por el llenado del rumen (Oba y Allen, 1999; Oba y Allen, 2000).

Al analizar los costos de producción considerando los costos del forraje de soya y maíz producidos en el mismo rancho y los relacionados a la alimentación, el análisis reveló menor costo (10.5%) de alimentación/kg LCG4% producido (Cuadro 3) por las vacas alimentadas con DHS ($P < 0.01$). Lo anterior es explicado por un incremento en la producción de leche de 1.3 kg LCG4% en las vacas alimentadas con DHS con un costo de la dieta similar a DRM (Cuadro 2). Con una mejor calidad nutricional del forraje de soya en relación al rastrojo de maíz con grano, se logró reducir un kg de concentrado comercial por vaca día⁻¹ en la DHS (Cuadro 1 y 2). Similar

tendencia encontraron Tobia *et al.* (2004) al reducir 9.8% los costos de alimentación utilizando forraje de soya en la sustitución parcial de concentrado comercial.

Para los cambios de peso y de condición corporal no hubo diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos, con promedios de 276 g día⁻¹ y 0.08 puntos, respectivamente.

Cuadro 1. Composición de los ingredientes utilizados en las dietas experimentales en base seca.

COMPOSICIÓN	HS	RM	CC
Proteína cruda (%)	17.86	6.49	17.80
Enl (Mcal/kg)	1.69	1.65	2.15
Materia seca (%)	90.1	92.0	88.8
FDN (%)	41.80	59.96	27.10
FDA (%)	36.00	49.40	13.72
Lignina (%)	9.13	6.30	3.44
DIVMS (%)	57.05	49.46	70.71

Enl= Energía neta de lactación; FDN=Fibra en detergente neutro, FDA= Fibra en detergente ácido; HS Heno de soya; RM= Rastrojo de maíz con grano; CC= Concentrado comercial.

Cuadro 2. Composición y costos de las dietas experimentales en base seca.

INGREDIENTES, kg	TRATAMIENTOS	
	DRM	DHS
Concentrado Comercial	12.56	11.67
Heno de Soya	-	5.48
Rastrojo Maíz c/grano	5.52	0.92
Dieta total	18.08	18.07
COSTO DE DIETA (pesos)		
Costo/kg	3.67	3.66
Costo/dieta diaria	66.42	66.15
COMPOSICIÓN QUÍMICA		
Proteína cruda (%)	14.21	16.45
Enl (Mcal/kg)	1.65	1.69
Materia seca (%)	90.42	90.33
Forraje:Concentrado	30:70	35:65
FDN (%)	43.23	40.31
FDA (%)	22.06	22.34
CNF (%)	32.83	32.91
FDN del forraje (%)	20.23	18.93
Grasa (%)	3.94	4.05
Calcio (%)	0.72	1.00
Fósforo total (%)	0.69	0.71

DRM=Dieta tradicional a base de rastrojo de maíz con grano y concentrado comercial; DHS=Dieta innovadora a base de heno de soya, rastrojo de maíz con grano y concentrado comercial, CNF= Carbohidratos no fibrosos.

La inclusión del heno de soya en las dietas de vacas en lactación no afectó ($P>0.05$) la concentración de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos en la leche (Cuadro 4). Las concentraciones obtenidas en este estudio de grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos se ubican dentro de las especificaciones físicoquímicas para leche cruda de vaca y se clasifican en categoría "A" según la NMX-F-700 COFOCALEC-2004. Similares concentraciones encontraron

Cuadro 3. Efectos de alimentar con heno de soya sobre el consumo de materia seca, producción de leche, costos de alimentación y cambios de peso y condición corporal en vacas.

VARIABLE	DRM	DHS	EEM	DMS
CMS (kg/día) ¹	17.82a	17.49b	0.16	*
Producción de leche (kg/día).	22.54b	23.83a	0.64	**
LCG4% (kg/día).	20.42b	21.72a	0.65	**
Costo alimentación/kg LCG4%	3.36a	3.04b	0.16	**
Kg LCG4%/kg CMS	1.15b	1.24a	0.04	**
Cambio de peso corporal (kg/día)	0.264	0.279	0.007	ns
Cambio de condición corporal	0.142	0.018	0.062	ns

Para cada variable cifras con distinta literal son estadísticamente diferentes * ($P<0.05$) y ** ($P<0.01$). LCG4%= Producción de leche corregida en grasa al 4%. EEM= Error estándar de la media. DMS= diferencia mínima significativa. ns= No significativo. ¹CMS=Consumo de materia seca. DRM=Dieta tradicional a base de rastrojo de maíz con grano y concentrado comercial; DHS=Dieta innovadora a base de heno de soya, rastrojo de maíz con grano y concentrado comercial.

Cuadro 4. Efectos de alimentar con heno de soya sobre la composición de la leche de vacas.

VARIABLE	DRM	DHS	EEM	DMS
Grasa (g/litro)	33.89	34.59	0.35	ns
Proteína (g/litro)	33.41	33.65	0.12	ns
Lactosa (g/litro)	44.57	44.75	0.09	ns
Sólidos totales (g/litro)	124.04	125.23	0.59	ns
Sólidos no grasos (g/litro)	89.50	89.95	0.23	ns

Para cada variable cifras con distinta literal son estadísticamente diferentes * ($P<0.05$) y ** ($P<0.01$). EEM= Error estándar de la media. DMS= diferencia mínima significativa. DRM=Dieta tradicional a base de rastrojo de maíz con grano y concentrado comercial; DHS=Dieta innovadora a base de heno de soya, rastrojo de maíz con grano y concentrado comercial.

Tobia *et al.* (2004) al sustituir parcialmente el concentrado comercial por forraje de soya en un 13.6%. Por otra parte, Vargas-Bello *et al.* (2008) no encontraron diferencias en la concentración de proteína, lactosa y sólidos totales en leche de vacas alimentadas con ensilado de soya y alfalfa, no así en la concentración de grasa, la cual fue mayor cuando se alimentaron las vacas con ensilado de soya.

Conclusiones

Bajo las condiciones de este estudio, la inclusión de heno de soya en la dieta de vacas en lactación en los SPLF mejora la calidad de la dieta e incrementa la producción de leche en 1.3 kg día¹, sin afectar la concentración de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos en leche, que cuando se utiliza la dieta tradicional. Con la dieta DHS se logró reducir un kg de concentrado comercial en la dieta y disminuir en 10.5% los gastos de alimentación por kilogramo de LCG4% producido, al compararla con la dieta DRM. Con base en lo anterior, la producción y utilización del heno de soya constituye una alternativa forrajera y contribuye a reducir los altos costos de alimentación que caracterizan a los SPLF, particularmente en la región Altos de Jalisco.

Literatura Citada

- Arias CLE. 2010. Informe anual de actividades. Proyecto: Producción y utilización de recursos forrajeros para el desarrollo de sistemas sustentables de lechería familiar en diferentes ambientes agroecológicos. INIFAP-CIRPAC.
- Espinosa G.J.A., S. Wiggins, O.A.T. González y B.U. Aguilar. 2004. Sustentabilidad económica a nivel de empresa: aplicación a unidades familiares de producción de leche en México. *Téc. Pecu. México* 42 (1): 55-70.
- Espinoza-Ortega A., A. Álvarez-Macías, M.C. Del Valle y M. Chauvete. 2005. La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el Estado de México. *Téc. Pecu. México* 43 (1): 39-56.
- Ferguson, J. D., D. T. Galligan and N. Thomsen. 1994. Principal descriptors of body conditions in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77:2695-2703.
- García D.G., F.J.S. Mora, S.J. Gallegos, D.M.A. Martínez, C.D. Lara y S.J.M. Omaña. 2003. Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas de producción de leche en el estado de Jalisco, México. *Agrociencia* 37 (1):85-94.
- Hintz R. and K. Albrecht. 1994. Dry matter partitioning and forage nutritive value of soybean plant components. *Agronomy Journal* 86:59-62.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient requirement of dairy cattle. National Academy. 381 p.
- NMX-F-700 COFOCALEC-2004. Sistema producto leche-alimento-lácteo-leche cruda de vaca-especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba. COFOCALEC, A.C. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio del 2004.
- Oba M. and M.S. Allen. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:589-596.
- Oba M. and M.S. Allen. 2000. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. Feeding behavior and nutrient utilization. *J. Dairy Sci.* 83:1333-1341.
- SAS, 1988. SAS/SAT User's Guide. Release 6.03 Ed. Statistical Analysis System. Cary, NC. USA.
- Steel, R.G.D. y Torrie, J. H. 1988. Principios y procedimientos de bioestadística. Mc Graw-Hill. Ed. Interamericana. México, D. F.
- Tobía, C., E. Villalobos, H. Soto, L. Uribe. 2004. Proceso fermentativo y valor nutricional del ensilaje de soya (*Glycine max* L. Merr.) con *Lactobacillus brevis* 3 y melaza de caña. *Agronomía costarricense.* 28 (1):17-25.
- Vargas-Bello E., A. F. Mustafa and P. Seguin. 2008. Effects of feeding forage soybean silage on milk production, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:229-235.

TIPOLOGIA DE LOS SISTEMAS DE LECHERIA FAMILIAR EN LOS ALTOS DE JALISCO, MEXICO

TYOLOGY OF FAMILY DAIRY PRODUCTION SYSTEMS IN LOS ALTOS DE JALISCO, MEXICO

Luis E. Arias¹, Ma. Rosario Tovar², Gregorio Núñez³, Jorge A. Bonilla⁴, Esteban S. Osuna⁵,
Eliab Estrada¹, Jorge H. Villarreal¹

¹INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, ²INIFAP-CIRCE-Campo Experimental Valle de México, ³INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental La Laguna, ⁴INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Santiago Ixcuintla, ⁵INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue tipificar las unidades de producción (UP) del sistema de lechería familiar en los Altos de Jalisco. Se encuestaron 131 productores de 16 municipios, utilizando un diseño de muestreo estratificado de acuerdo al número de vacas en producción, fueron cinco estratos (EST): EST I (3-5 vacas), EST II (6-10 vacas), EST III (11-30 vacas), EST IV (31-50 vacas) y EST V (51 o más vacas), el criterio de elección del productor fue al azar, que tuvieran de tres a 130 vacas y que utilizaran mano de obra familiar. El cuestionario incluyó preguntas para obtener indicadores técnicos, productivos y socio-económicos. Se utilizó el análisis multivariado (análisis de componentes principales y análisis de clúster) en Statgraphics Plus. Se identificaron cinco grupos de UP: **I** (19.1%) UP de tamaño medio con producciones de leche 18 L/vaca/día, con regular uso de tecnologías; **II** (19.1%) UP de tamaño medio con producciones de leche de 15 L/vaca/día, en transición en el uso de tecnologías; **III** (16.8%) UP pequeñas con baja producción de leche (10 L/vaca/día) y bajo uso de tecnologías, **IV** (37.4%) UP de tamaño medio con producción de 16 L/vaca, y bajo uso de tecnología y **V** (7.6%) UP de tamaño grande con producción láctea de 19 L/vaca y mayor uso de tecnologías. Existen cinco grupos de UP de diferente tamaño, nivel productivo y uso de tecnologías. El 75.6, 16.8 y 7.6% de las UP son de tamaño medio, chicas y grandes, con promedio de 28, 14 y 107 vacas y producciones de 16, 10 y 19 litros de leche/vaca/día, respectivamente.

Palabras Clave: lechería familiar, tipología, análisis multivariado.

Abstract

The objective of this study was to characterize farms family dairy production systems in the Altos de Jalisco, Mexico. 131 farmers were surveyed in 16 municipalities, using a stratified sampling design according to number of lactating dairy cows were five stratum (EST): EST I (3-5 cows), EST II (6-10 cows), EST III (11-30 cows), EST IV (31-50 cows) and EST V (51 or more cows), the criterion of choice was random, that farmers have three to 130 cows and utilizing family labor. The questionnaire was designed to collect social-economic indicators, technical and productive parameters. Was used multivariate analysis (principal component analysis and cluster analysis) in Statgraphics Plus. Were identified five groups of farms: **I** (19.1%) medium-sized farms with milk yields 18 L/cow/day, with regular use of technologies; **II** (19.1%) mid-size farms with milk yields of 15 L/cow/day in transition in the use of technologies; **III** (16.8%) small farms with lower milk yield (10 L/cow/day) and low use of technologies, **IV** (37.4%) medium-sized farms producing 16 L/cow, and low use of technologies and **V** (7.6%) large-sized farms with milk yield of 19 L/cow and highest use of technologies that other groups. There were five groups

of farms of different size, level of milk yield and use of technologies. The 75.6, 16.8 and 7.6% of farms are of medium size, small and large with an average 28, 14 and 107 cows and yields of 16, 10 and 19 liters of milk/cow/day, respectively.

Key Words: family dairy production systems, typology, multivariate analysis, region Los Altos de Jalisco.

Introducción

En México, la producción de leche se desarrolla en condiciones muy heterogéneas, tanto desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, se pueden distinguir tres sistemas de producción: el especializado, el de lechería familiar y el de doble propósito (Cervantes *et al.*, 2001). Además, dada la variabilidad de condiciones climatológicas, las explotaciones adquieren características propias por región, influyendo adicionalmente la idiosincrasia, tradición y costumbres de los productores.

La producción nacional de leche de bovino obtenida en 2008 fue de 10.6 millones de litros (SIAP, 2009). Por mayor volumen de producción de leche, el estado de Jalisco es el productor líder a nivel nacional, en el mismo año la producción en Jalisco fue de 1.8 millones de litros de leche, los cuales representan el 17.6 % del total nacional. El Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 2 de Lagos de Moreno, Jalisco aporta 1.12 millones de litros, lo que representa el 60.7% y 10.7% de la producción de leche estatal y nacional, respectivamente (SIAP, 2009). Por tal razón, la región de los Altos de Jalisco, comprendida por 16 municipios que integran el DDR 2 es considerada como una de las cuencas lecheras más importantes del país, además de que en esta región predomina la producción de leche bajo el sistema familiar.

Éste sistema tiene una participación vital en términos cualitativos en los sistemas de producción láctea de México. Su singularidad es la tradición de la actividad lechera. Este sistema presenta un gran potencial, no obstante existen pocos estudios que los caractericen. El objetivo de este estudio fue realizar una tipología de las unidades de producción del sistema de lechería familiar en la región de los Altos de Jalisco.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó durante el 2010 utilizando un padrón de 1070 productores de leche (Liconsá 2010). Se aplicó un diseño de muestreo estratificado con de asignación Neyman (Sukhatme and Sukhatme, 1979), la muestra de explotaciones fue estratificada de acuerdo al tamaño (número de vacas en producción), en cinco estratos (EST): EST I (3-5 vacas), EST II (6-10 vacas), EST III (11-30 vacas), EST IV (31-50 vacas) y EST V (51 o más vacas), se encuestaron 131 productores (8, 19, 61, 22 y 21 de los estratos I, II, III, IV y V, respectivamente). El criterio de elección de los productores encuestados fue al azar, que tuvieran de tres a 130 vacas y que utilizaran mano de obra familiar. Se utilizó la metodología para la caracterización y tipología de sistemas ganaderos (Valerio *et al.*, 2004) y considerando sus aplicaciones (Köbrich *et al.*, 2003). La colección de datos se obtuvo mediante 131 encuestas semi-estructuradas aplicadas a los productores, se utilizó un cuestionario diseñado para obtener indicadores técnicos, productivos y socio-económicos. Los datos obtenidos se capturaron y organizaron en hojas de cálculo Excel. Se realizó una selección preliminar de variables tomando como referencia trabajos de tipología de explotaciones lecheras realizados en otros estados de la República (Cuevas *et al.*, 2007 y García-Muñiz *et al.*, 2007). Se utilizaron 14 variables para describir el sistema de lechería familiar (Cuadro 1), el análisis fue realizado en Statgraphics Plus versión 4.1 (Statgraphics), por métodos multivariados: Análisis de

Componentes principales (ACP) y Análisis de Cluster (AC), siguiendo la metodología de Johnson, (2000) y Valerio *et al.*, (2004).

Resultados y Discusión

Del conjunto de variables de tipo técnico, productivas y socio-económicas en el ACP resultaron cinco componentes principales (CP) que explican el 62.7% de la variación total (Cuadro 1). **El CP1** representa el tamaño de unidades de producción (UP) y explica el 26.7% de la variación total. Las variables principalmente correlacionadas son número de vacas en producción, litros producidos por hato, ingresos por venta de leche y superficie agropecuaria. **El CP2** explica el 10.8% de la variación total, el CP2 interpreta la diferencia en el manejo zootécnico del ganado y del tipo de pastoreo entre las UP. **El CP3** (9.8% de la variación total), expresa el sistema de alimentación del ganado el cual está relacionado positivamente con la asistencia técnica recibida en las UP.

Cuadro 1. Coeficientes de correlación de las variables utilizadas en el análisis de componentes principales.

Variable	CP1 Tamaño de la UP	CP2 Manejo del ganado	CP3 Alimentación del ganado	CP4 Producción láctea	CP5 Cantidad del concentrado
Sistema de alimentación	0.120	0.371	0.458	0.119	-0.234
Núm. de vacas en producción	-0.452	0.104	0.111	0.079	-0.060
Litros de leche por vaca al día	-0.273	-0.048	0.006	-0.470	0.303
Concentrado (kg/vaca/día)	0.162	0.216	0.066	-0.363	0.512
Método reproductivo	-0.206	-0.036	-0.181	-0.026	-0.296
Manejo zootécnico	-0.158	0.407	-0.362	-0.175	-0.176
Tipo de pastoreo	0.073	0.390	0.459	-0.116	-0.263
Edad del productor (años)	-0.062	-0.329	-0.179	0.232	-0.276
Escolaridad del productor (años)	-0.014	0.264	-0.184	0.262	0.077
Asistencia técnica	0.076	-0.314	0.455	0.325	0.244
Ingreso mensual	-0.266	-0.277	0.182	-0.281	0.006
Producción hato (lt/día)	-0.464	0.103	0.138	0.083	0.014
Ingreso diario por venta leche	-0.469	0.097	0.117	0.078	0.019
Sup. agropecuaria total (ha)	-0.294	-0.078	0.106	0.198	0.229
Eigenvalue	4.01605	1.62007	1.47202	1.19727	1.10938
Porcentaje de varianza	26.774	10.8	9.813	7.982	7.396
Porcentaje acumulado	26.774	37.574	47.388	55.369	62.765

El CP4 representa el 7.9% de la variación total e interpreta la diferencia en la producción láctea diaria por vaca entre las UP. **El CP5** (7.4% de variación total) representa la diferencia entre las UP por la cantidad de concentrado ofrecido por vaca al día. Con el AC se formaron cinco grupos de UP, éstos tienen la característica de que las UP dentro de cada grupo son similares entre sí y diferentes entre los grupos (Cuadros 2, 3 y 4).

Grupo I: UP de tamaño medio con producciones de leche 18 L/vaca/día, con regular uso de tecnologías. Agrupación formada por el 19 % de las UP, poseen establos con 34 vacas y en promedio 55 hectáreas para uso agropecuario. El 56% de las UP reciben asistencia técnica de algún tipo. Este grupo hace uso de tecnologías de ordeño mecánico (84%), inseminación artificial (60%) y conserva la leche en tanque enfriador (68%).

Grupo II: Explotaciones de tamaño medio con producciones de leche de 15 L/vaca/día, en transición en el uso de tecnologías. Formado por el 19 % de las UP. Las UP cuentan con 27 hectáreas en promedio de uso agropecuario y tienen promedio de 24 vacas en producción.

Escasamente en la mitad (48%) de las UP practican la inseminación artificial y conservan la leche en tanque enfriador. En el 76 % de las UP el ordeño es mecánico. El manejo zootécnico del ganado es similar al del grupo V, debido que en el grupo II el 84% de las UP reciben asistencia técnica.

Grupo III: UP pequeñas con baja producción de leche (10 L/vaca/día) y bajo uso de tecnologías. Esta agrupación representa el 17% de las UP, la mayoría (68%) de las UP no reciben asistencia técnica de ningún tipo. La superficie de uso agropecuario es de 25 hectáreas. Tiene en promedio 14 vacas con las producciones más bajas de los cinco grupos (10 litros/vaca). El pastoreo continuo se practica en el 88% de las UP. Este grupo tiene escaso uso de tecnologías, se identifica con bajo (32 %) uso de ordeña mecánica e inseminación artificial y con la calificación más baja en el manejo zootécnico del ganado.

Cuadro 2. Comparación de características socio-económicas, productivas y tecnológicas entre las unidades de producción lecheras según el análisis de clúster.

GRUPO	UP (n)	EDAD DEL PROD. (años)	ESCOLARIDAD (años)	SUPERFICIE AGROPECUARIA (ha)	No. VACAS EN PRODUCCIÓN	PROD. LECHE (l/Vaca/día)	MANEJO GANADO*	RECIBE ASISTENCIA TECNICA %	
								SI	NO
I	25	54	4	55	34	18	6.6	56	44
II	25	47	5	27	24	15	8.0	84	16
III	22	56	3	25	14	10	5.1	32	68
IV	49	45	6	35	26	16	5.6	20	80
V	10	46	7	102	107	19	8.2	90	10
PROM. GENERAL		49	5	49	41	15	6.7	56	44

UP: Unidades de producción, *Manejo zootécnico del ganado: Valor de 2 puntos a cada práctica realizada: prueba de mastitis subclínica, desparasitación del ganado, participación en la campaña zoonosanitaria (Brucelosis y Tuberculosis), realiza algún tipo de registro (productivo/reproductivo/sanitario) e identificación del ganado.

Grupo IV: UP de tamaño medio con producción de 16 L/vaca, y bajo uso de tecnología. Esta agrupación incluye el 37% de las UP. Cuentan con 35 hectáreas para uso agropecuario, poseen 26 vacas con producciones de 16 litros/vaca/día. El 80 % de los productores no reciben asistencia técnica, practican un bajo uso de la inseminación artificial (24%) y bajo manejo zootécnico al ganado. El 73% de las UP conservan la leche en cántaras en el periodo después del ordeño al punto de entrega de la misma.

Cuadro 3. Comparación de sistema de alimentación, tipo de pastoreo y cantidad del concentrado por vaca entre en las unidades de producción lecheras según el análisis de clúster.

GRUPO	UP (n)	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN %			ALIMENTO CONCENTRADO (kg/vaca/día)	ORIGEN DEL CONCENTRADO %		TIPO DE PASTOREO %	
		PAST	EST	SEMIEST		COM	ELAB	ROT	CONT
					I				
II	25	4	24	72	7.6	100	0	16	84
III	22	9	23	68	5.4	100	0	12	88
IV	49	12	12	76	10.5	100	0	27	73
V	10	0	30	70	13.7	90	10	33	67
PROM. GRAL		5	23	72	9.6	97	3	24	76

UP= Unidades de producción; PAST= Pastoreo; EST= Estabulado; SEMIEST=Semiabulado; COM= Comercial; ELAB= Elaborado por el productor; ROT= Rotacional; CONT= Continuo.

Grupo V: UP de tamaño grande con producción láctea de 19 L/vaca y mayor uso de tecnologías. La minoría de las UP están en esta agrupación (8%), sin embargo, poseen la mayor

superficie con fines agropecuarios (102 ha). Manejan hatos con promedio de 107 vacas con el más alto nivel productivo de los grupos estudiados (19 litros/vaca/día), pero éste nivel es inferior a los del sistema intensivo. Las innovaciones tecnológicas utilizadas son básicamente el ordeño mecánico en el 100% de los casos y en estas explotaciones el 80% de los ganaderos utilizan la inseminación artificial y conservan la leche en tanque enfriador.

Las variables estructurales, productivas y de alimentación que contribuyeron a la formación de los grupos de UP de este estudio fueron utilizadas en otros trabajos de tipología en el Estado de México (Espinoza *et al.*, 2007) y encontraron cuatro diferentes grupos de UP (Hernández, 2008). La superficie de uso agropecuario de las UP del presente estudio es superior (promedio 49 ha) a lo reportado (32.7 ha) en el Estado de México (Hernández, 2008).

Cuadro 4. Comparación de tipo de ordeño, método reproductivo y conservación de la leche entre las unidades de producción según el análisis de clúster.

GRUPO	UP (n)	TIPO ORDEÑO %		CONSERVACIÓN DE LECHE %		METODO REPRODUCTIVO	
		MAN	MEC	CANT	TE	MN	IA
I	25	16	84	32	68	40	60
II	25	24	76	52	48	52	48
III	22	68	32	73	27	68	32
IV	49	22	78	73	27	76	24
V	10	0	100	20	80	20	80
PROM. GRAL		26	74	50	50	51	49

UP= Unidades de producción; MAN= Manual; MEC= Mecanizado; CANT=Cántara; TE= Tanque enfriador; MN= Monta natural; IA= Inseminación artificial.

Las UP del grupo III tienen el menor número de vacas en producción, en contraste al grupo V. En este estudio existe una relación directa entre número de vacas en producción y la cantidad de hectáreas de uso agropecuario, en promedio tienen 1.2 ha/vaca en producción. Este indicador es similar (1.3 ha/vaca) a lo reportado en la misma región de estudio (Martínez *et al.*, 2004), superior a lo reportado (0.67 ha/vaca) en Guanajuato (Espinoza *et al.*, 2004) e inferior a lo reportado (2.28 ha/vaca) en Michoacán (Sánchez *et al.*, 2008).

La producción de leche promedio es de 15 litros/vaca/día siendo superior a lo reportado por otros autores (11.2 litros) en la misma región de estudio (Martínez *et al.*, 2004), para los sistemas campesinos de producción de leche (8.8 litros) del Sur del Estado de México (Hernández, 2008) y para sistemas familiares de producción de leche (11.6 litros) en Tarímbaro, Michoacán (Sánchez *et al.*, 2008) e inferior a lo reportado en agroempresas familiares de producción de leche (19 a 26 litros) de Acatic, Jalisco (García-Muñiz *et al.*, 2007).

Conclusiones

Existen cinco grupos de UP de diferente tamaño, nivel productivo y uso de tecnologías. El 75.6, 16.8 y 7.6% de las UP son de tamaño medio, chicas y grandes, con promedio de 28, 14 y 107 vacas y producciones de 16, 10 y 19 litros de leche/vaca/día, respectivamente.

Literatura Citada

Cervantes, E.F., Santoyo, C.H. y Álvarez, M.A. 2001. Lechería familiar, factores de éxito para el negocio. UACH-CIESTAAM-CONACYT y Plaza Valdez Ed. México. 230 Pp.

- Cuevas RV, GJA Espinosa, MAB Flores, SF Romero, IA Vélez, B JL Jolalpa y GR Vázquez. 2007. Diagnóstico de la cadena productiva de leche de vaca en el estado de Hidalgo. *Téc Pecu Méx.* 45(1):25-40.
- Espinosa GJA, S Wiggins, OAT González y BU Aguilar. 2004. Sustentabilidad económica a nivel de empresa: aplicación a unidades familiares de producción de leche en México. *Téc Pecu Méx.* 42(1):55-70.
- Espinoza, O.A., A.E Espinosa, L.J. Bastida, M.T. Castañeda and J.C.M Arriaga. 2007. Small-Scale Dairy Farming in the Highlands of Central Mexico: Technical, Economic and Social Aspects and Their Impact on Poverty. *Experimental Agriculture* (43):1-16.
- García-Muñiz JG, DV Mariscal-Aguayo, NA Caldera-Navarrete, R Ramírez-Valverde, H Estrella-Quintero y R Núñez-Domínguez. 2007. Variables relacionados con la producción de leche de ganado Holstein en Agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. *Interciencia* 32(12) 841-846.
- Hernández, M.P. 2008. Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del Sur del Estado de México [tesis maestría]. Toluca, México. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Johnson DE. 2000. *Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos*. International Thomson Publishing Company. México, D. F. 566 p.
- Köbrich C, T Rehman and M Khan. 2003. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agric Systems*. 76:141-157.
- Liconsa SA de CV. 2009. Registro de productores de leche en Jalisco. Accesado el 10 Agosto 2009 en: <http://www.liconsa.gob.mx/innovaportal/file/1085/1/Jalisco.pdf>
- Martínez SJA, MV Alemán, IP Cadena. 2004. Sistema rancharo alteño de producción de leche (SRAPL): Una descripción inicial. En Rujillo BJA, De la Torre TF (comps) Seminario de estudios regionales anuario. Centro universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara. p33-52.
- Sánchez GLG, R JL Solorio, FJ Santos. 2008. Factores limitativos al desarrollo del sistema familiar de producción de leche, en Michoacán, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*; 5(60):133-146. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=11711501007>. Consultado el 14 septiembre 2010.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2009. Boletín de leche. Enero-marzo de 2009, 61pp.
- Statistical Graphics Corporation. 1999. *User's Guide Statgraphics plus Version 4.1*, USA.
- Sukhatme PV, and Sukhatme B.V. 1979. *Sampling theory of surveys with application*. ISU Press. Ames, Iowa. 452 p.
- Valerio CD, MA García, CR Acero, A Castaldo, JM Perea y PJ Martos. 2004. Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Documentos de Trabajo Producción Animal y Gestión. Universidad de Córdoba. DT1, Vol. 1/2004. Disponible en: http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/14_19_10_sistemas2.pdf.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO POSTDESTETE DE TERNEROS HOLSTEIN SUPLEMENTADOS CON UN ADITIVO ANTI-INFLAMATORIO

POSTWEANING PRODUCTIVE PERFORMANCE OF HOLSTEIN CALVES SUPPLEMENTED WITH AN ANTI-INFLAMMATORY ADDITIVE

Isael Arteaga¹, David Domínguez¹, Guillermo Villalobos¹, Luis A. Borunda¹, Juan A. Ortega¹,
Mark Cook², Yang M.²

¹Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología e-mail: towisito1106@gmail.com

²Aova Technologies, Inc., Madison Wisconsin, USA

Resumen

Optimizar el desarrollo adecuado de becerros para remplazo es un factor fundamental para la eficiencia productiva de los sistemas de explotación de ganado lechero. El objetivo fue evaluar el comportamiento productivo postdestete de terneros Holstein (56-112 d) suplementados con BIG CALF™. Se utilizaron 36 crías Holstein (64.77± 6.22 kg) distribuidas aleatoriamente a tratamientos, T1 (n=17; 0.4% o 12 gr/a/d de BIG CALF™). T2 (n=19; 0% de BIG CALF™). Los animales fueron alimentados con concentrado iniciador, heno de alfalfa y agua a libre acceso, durante 56 días de prueba, además de recibir diariamente la dosis de BIG CALF™ mezclada en 400 gr de concentrado iniciador. Al final del estudio se colectaron muestras fecales para el análisis de digestibilidad (n=15). El peso vivo, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y consumo de agua no fueron (P<0.05) afectados por la suplementación de BIG CALF™. Sin embargo, el consumo de alimento fue 19.4% mayor (P<0.08) en machos del T1 vs machos del T2. La digestibilidad de la materia seca fue similar entre tratamientos con medias de 87.2 y 88.9% para T1 y T2, respectivamente. La adición de BIG CALF™ no mejoro el desempeño productivo en terneros Holstein en postdestete.

Palabras clave: desempeño animal, BIG CALF™, becerros Holstein

Introducción

La Lechería en México es la segunda actividad más importante dentro del subsector ganadero ya que la leche es un alimento básico, siendo Chihuahua el cuarto estado con mayor producción (SIAP, 2011). La viabilidad de las crías es un problema crítico (Svensson *et al.*, 2006 y Virtala *et al.*, 1996) siendo las causas principales de mortandad: diarrea (42%), neumonía (27%) y septicemia (10%). Diversas estrategias se han implementado para resolver este problema, tal es el caso del uso de antibióticos, probióticos y recientemente el empleo de agentes antiinflamatorios como el BIG CALF™ que es un anticuerpo que limita el funcionamiento de la enzima Fosfolipasa A₂, responsable del proceso inflamatorio, redireccionando nutrientes y energía a crecimiento y producción (Cook, 2004). El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento productivo postdestete de becerros y becerros Holstein suplementados con BIG CALF™.

Materiales y Métodos

El estudio fue conducido en el establo “Leche Delicias” en la ciudad de Delicias Chihuahua, ubicado a 28° 09′ 46″ latitud norte y 105° 23′ 37″ longitud oeste, a una altura aproximada de 1170 metros sobre el nivel del mar, con un clima semiárido extremoso y temperatura media anual de 28.8° C, con una máxima de 43°C y una mínima de 13° C. El promedio de precipitación pluvial es de 293.5 mm y la humedad relativa de 44% (INAFED, 2011). Se utilizaron 36 crías Holstein (64.77± 6.22 kg; 25 hembras y 11 machos) de 56 días de edad asignados aleatoriamente a tratamientos: T1 (n= 11 hembras y 6 machos; 0.4% de MS o 12 gr/a/d de BIG CALF™) y T2 (n= 14 hembras y 5 machos; 0% de BIG CALF™). Los animales fueron sometidos al programa de manejo, sanidad y alimentación propios del establo. Las crías fueron colocadas en corraletas individuales y alimentadas con concentrado iniciador (19% de PC), heno de alfalfa y agua a libre acceso, además de recibir diariamente la dosis de BIG CALF™ mezclada en 400 gr de concentrado iniciador antes de recibir el alimento del día para asegurar el consumo total de la misma. Al final de la prueba se utilizaron 15 animales seleccionados al azar de los cuales se colectaron muestras de heces para el análisis de digestibilidad utilizando como marcador interno la fibra detergente ácido indigestible, realizando 4 muestreos por día, con intervalo de 2 horas durante tres días, dichas muestras fueron congeladas y llevadas al laboratorio para su análisis. El consumo de alimento (CMS) y de agua (CAgua) se determinaron diaria e individualmente, mientras que el peso vivo (PV), la ganancia diaria de peso (GDP) y la conversión alimenticia (CA) cada catorce días. El análisis estadístico de la información colectada fue utilizando el PROC MIXED de SAS 9.2 (2008) mediante un diseño completamente al azar.

Resultados y Discusión

Los resultados de comportamiento productivo se muestran en el cuadro 1. El CMS mostró interacción $trt*sex$ ($P < 0.08$) e interacción $trt*sex*d$ ($P < 0.05$) a los 42 d de estudio, siendo 19.4 y 25.7% superior en machos del T1 vs T2, respectivamente. La GDP promedio a través de la prueba no fue afectada por el aditivo, siendo para machos 1.24 kg y para hembras 1.17 kg. Sin embargo, se observó interacción $trt*sex*d$, siendo la GDP a los 42 d ($P < 0.005$) de prueba 59.6% mayor en machos del T1 vs T2, y a los 56 d ($P < 0.03$) 35.3% mayor en machos del T2 vs T1, respectivamente. Estos resultados coinciden parcialmente con los reportados por Yang *et al.* (2008) donde la ganancia diaria de peso de becerros Holstein suplementados en el postdestete temprano con BIG CALF™ fue 9.3% superior al tratamiento control. Se observó interacción $trt*sex*d$ ($P < 0.05$) sobre el PV de las hembras a los 42 y 56 d, siendo 11.6 y 10.3% mayores para T2 vs. T1, respectivamente. La CA promedio en el total del estudio fue similar entre tratamientos ($P > 0.05$) siendo para machos 2.98 y para hembras 3.20. Sin embargo, se encontró interacción $trt*sex*d$ siendo 41.1 y 28.2 % más eficiente para machos del T1 vs. T2 a los 42 d ($P < 0.001$) y para machos del T2 vs T1 a los 56 d ($P < 0.05$), respectivamente. El CAgua no fue afectado por el uso del aditivo ($P > 0.05$), siendo en promedio a través del estudio 13.5 y 12.9 L para machos y hembras, respectivamente. De igual manera, la digestibilidad de la MS fue similar entre tratamientos ($P > 0.05$) siendo 87.2 ± 4.24 y 88.9 ± 4.06 % para T1 y T2, respectivamente.

Cuadro 1. Comportamiento productivo postdestete de terneros Holstein suplementados con BIG CALF™

Trt	Sexo	Días				
		14	28	42	56	1-56
CMS(Kg)						
1	Hembras	2.16 ± 0.21	3.001 ± 0.21	3.54 ± 0.21	4.40 ± 0.21	3.28 ± 0.18
1	Machos	2.35 ± 0.23	3.39 ± 0.23	4.45 ± 0.23 ^a	4.81 ± 0.23	3.75 ± 0.18 ^a
2	Hembras	2.38 ± 0.31	3.35 ± 0.31	4.18 ± 0.31	4.92 ± 0.31	3.71 ± 0.29
2	Machos	1.78 ± 0.36	3.045 ± 0.36	3.54 ± 0.36 ^b	4.20 ± 0.36	3.14 ± 0.32 ^b
GDP (Kg)						
1	Hembras	0.98 ± 0.11	1.11 ± 0.11	1.00 ± 0.11	1.36 ± 0.11	1.11 ± 0.08
1	Machos	0.98 ± 0.14	1.31 ± 0.14	1.50 ± 0.14 ^a	1.16 ± 0.14 ^b	1.17 ± 0.08
2	Hembras	1.02 ± 0.09	1.05 ± 0.09	1.23 ± 0.09	1.37 ± 0.09	1.24 ± 0.05
2	Machos	1.11 ± 0.14	1.61 ± 0.14	0.94 ± 0.14 ^b	1.57 ± 0.14 ^a	1.31 ± 0.07
PV (Kg)						
1	Hembras	77.56 ± 3.14	93.20 ± 3.14	107.29 ± 3.14 ^b	126.38 ± 3.14 ^b	
1	Machos	81.81 ± 3.63	100.39 ± 3.63	121.64 ± 3.63	138.06 ± 3.63	
2	Hembras	86.64 ± 4.77	101.89 ± 4.77	119.71 ± 4.77 ^a	139.46 ± 4.77 ^a	
2	Machos	76.13 ± 5.77	98.83 ± 5.77	112.13 ± 5.77	134.23 ± 5.77	
CA(Kg)						
1	Hembras	2.76 ± 0.34	3.05 ± 0.34	3.45 ± 0.36	3.48 ± 0.34	3.18 ± 0.24
1	Machos	2.38 ± 0.42	2.44 ± 0.42	2.85 ± 0.42 ^a	4.15 ± 0.42 ^b	2.95 ± 0.26
2	Hembras	2.48 ± 0.26	3.46 ± 0.26	3.38 ± 0.26	3.61 ± 0.26	3.23 ± 0.15
2	Machos	1.99 ± 0.42	2.22 ± 0.42	4.84 ± 0.42 ^b	2.98 ± 0.42 ^a	3.01 ± 0.21
CAgua (L)						
1	Hembras	11.43 ± 0.98	13.75 ± 1.07	13.70 ± 1.35	14.99 ± 1.56	13.47 ± 0.80
1	Machos	11.32 ± 0.98	13.74 ± 1.07	14.76 ± 1.35	15.63 ± 1.56	13.87 ± 0.76
2	Hembras	9.47 ± 0.98	12.20 ± 1.07	13.17 ± 1.35	14.67 ± 1.56	12.38 ± 1.26
2	Machos	9.54 ± 0.98	13.77 ± 1.07	14.61 ± 1.35	14.78 ± 1.56	13.18 ± 1.32

Literales diferentes entre columnas indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

Conclusión

La adición de BIG CALF™ en la dieta de terneros Holstein durante el periodo postdestete no presenta suficiente evidencia estadística para asegurar un mejor comportamiento productivo.

Literatura Citada

- Cook, M. E. 2004. Antibodies: Alternatives to Antibiotics in Improving Growth and Feed Efficiency. Animal Sciences Department, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin 53706.
- INAFED. 2011. Enciclopedia de los municipios de México, estado de Chihuahua. Delicias 2011. Disponible en http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_chihuahua. Consultado el 17 de mayo del 2011.
- SAS. 2008. User's Guide, Version 9.2 SAS Institute, Inc., Cary. NY.USA.
- SIAP. 2011. (SAGARPA). Estadísticas de inventario ganadero del estado de Chihuahua. Disponible en www.siap.sagarpa.gob.mx. Consultado el 25 de noviembre del 2010.
- Svensson, C., A. Linder, y S.O. Olsson. 2006. Mortality in Swedish Dairy Calves and Replacement Heifers. *J. Dairy Sci.* 89:4769–4777.
- Virtala, A. M., G. D. Mechor, Y. T. Gröhn, y H. E. Erb. 1996. Morbidity from non respiratory diseases and mortality in dairy heifers during the first three months of life. *J. Am. Med. Vet. Assoc.* 208:2043–2046.
- Yang, M., B. Renk, D. Shields y J. Coalson. 2008. Evaluation of feeding BIG CALF™ in a calf milk replacer on health and performance. Midwest Animal Science Meeting, Des Moines, IA. Abstract 236.

INCLUSIÓN DE FORRAJE DE SOYA EN SUSTITUCIÓN DE GRANOS PARA BECERROS EN CORRAL DE ENGORDA

SOYBEAN FORAGE INCLUSION INSTEAD OF GRAINS FOR STEERS IN FEEDLOTS

¹J. Miguel Ávila, ²Eduardo A. González y ²Oscar Argudín.

¹*Campo Experimental Las Huastecas INIFAP-CIRNE avila.josemiguel@inifap.gob.mx*, ²*FMVZ-UAT*

Resumen

Para reducir costos de alimentación en finalización de becerros en corral, se realizó este trabajo con 32 becerros en 16 corraletas con comedero y bebedero, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones siendo la unidad experimental dos becerros. Los tratamientos consistieron en la sustitución de sorgo y harinolina por heno de soya en 0, 20, 40 y 60%. Después de 15 días de adaptación a las dietas experimentales y ser desparasitados interna y externamente, los animales se alimentaron durante 77 días, tomando datos de variaciones de peso y consumo de alimento. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar y las diferencias con la prueba de DMS. La ganancia de peso fue mejor en las dietas testigo y 20 % de heno de soya ($P < 0.05$) con 1.82 y 1.66 kg/día, esta última fue igual ($P > 0.05$) a 40% de heno de soya con 1.58 kg/día, por último la inclusión de 60% de heno de soya fue inferior a todas ($P < 0.05$) con 1.205 kg/día. En cuanto al consumo de alimento y la conversión alimenticia tuvieron un comportamiento similar con 11.04, 10.40, 9.70 y 9.10 kg de alimento por día y 6.58, 6.24, 6.16 y 7.55 kg de alimento por kg de peso aumentado para 0, 20, 40 y 60% de inclusión de heno de soya, respectivamente. Estos resultados indican que es posible sustituir sorgo y harinolina por heno de soya en dietas para becerros en finalización ya que los costos por kg de alimento fueron de 3.33, 2.95, 2.54 y 2.25 pesos por kg, respectivamente

Palabras clave: heno de soya, engorda, bovinos carne.

Abstract

To reduce cost of completion of steers at feedlots, this work was done with 32 steers in 16 pens with feeder and water trough, to four treatments and four replications, the experimental unit was two steers average. Treatments consisted of the substitution of sorghum and cottonseed meal by 0, 20, 40 and 60% soybean hay. After 15 days of adaptation to the experimental diets and be treated against parasites internal and externally, the animals were fed for 77 days, taking data from daily weight gain and feed consumption. A completely randomized blocks design was used and means differences with DMS. Weight gain was better in diets control and 20% of soybean hay ($P < 0.05$) with 1.82 and 1.66 kg/day, the last one was the same ($P > 0.05$) to 40% of soybean hay with 1.58 kg/day, finally the inclusion of 60% of soybean Hay was lower than all ($P < 0.05$) with 1.20 kg/day. In terms of feed intake and food conversion had a similar behavior with 11.04, 10.40, 9.70 and 9.10 kg of food per day and 6.58, 6.24, 6.16 and 7.55 kg of feed per kg increased to 0, 20, 40 and 60% of soybean hay inclusion, respectively. These results indicate that it is

possible to replace sorghum and cottonseed meal in diets for steers in feedlots; the costs per kg of food were 3.33, 2.95, 2.54 and 2.25 pesos per kg, respectively.

Keywords: soybean hay, feedlot, beef cattle.

Introducción

La ganadería de bovinos de carne bajo condiciones de pastoreo es la principal actividad pecuaria del noreste de México (Díaz *et al.*, 1998). En estos ecosistemas, la sequía es una probabilidad siempre presente. Incluso en años considerados como normales en cuanto a precipitación, se tienen de 5 a 7 meses de sequía, lo que limita la cantidad y calidad del forraje producido (González y González, 2002). Además de la sequía, el sobrepastoreo causa serios deterioros a la vegetación, lo que ocasiona una disminución en la producción forrajera y aumento de la presencia de plantas indeseables (Ávila y González, 2004).

El sistema vaca-cría en el estado de Tamaulipas tiene como producto principal los becerros de destete, que a su vez tiene dos opciones, una es la exportación hacia los Estados Unidos de América y otra el desarrollo en pastoreo para finalizar en corral de engorda; desafortunadamente esta última opción se ve limitada por los altos costos de los granos que hoy por hoy han causado el cierre de la mayoría de las engordas por ser incosteable. El INIFAP a través del Campo Experimental Las Huastecas esta realizando una serie de estudios para identificar alternativas de alimentación en pastoreo y en corral de engorda, principalmente el cultivo de plantas forrajeras de calidad que ayuden a subsanar deficiencias de calidad para sequía (Ávila *et al.*, 2006) y para alimentación de becerros en corral en la etapa de finalización con la posible disminución de los costos en la práctica.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la inclusión de forraje henificado de soya (*Glycine max* L. Merr.) en dietas para becerros de engorda en corral para disminuir costos en la alimentación de esta etapa de finalización.

Materiales y Métodos

Para el estudio se sembraron tres hectáreas de soya de la variedad Huasteca 200 y se cosecharon en estado de grano lleno con la planta verde (R6), que de acuerdo a estudios previos es la etapa fisiológica en donde se compromete la mayor calidad con la mayor producción (Ávila *et al.*, 2011) por medio del henificado aproximadamente a los 100 días después de la siembra. Para el estudio se utilizaron 32 toretes de 274 kilos en promedio y de 20 meses de edad, que se alojaron en 12 corraletas con comedero y bebedero; antes de iniciar la prueba los animales fueron desparasitados externa e internamente y con una etapa de 15 días de adaptación a las dietas experimentales se les alimentó con cuatro raciones diferentes, mismas que se detallan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Ingredientes y porcentajes de las raciones utilizadas en la engorda de becerros.

INGREDIENTE	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Sorgo molido	55	40	25	10
Harinolina	15.5	10	4	00
Minerales	2.5	2.5	2.5	2.5
Melaza de caña	7	7	7	7
Heno de zacate	20	20.5	21.5	20.5
Heno de soya	00	20	40	60
TOTAL (Costo/Kg)	100 (\$3.33)	100 (\$2.95)	100 (\$2.54)	100(\$2.25)

Los ingredientes utilizados que se muestran en el cuadro 1, se refieren a sorgo molido cosechado en la región, harinolina (pasta de semilla de algodón), minerales que fue una premezcla comercial que contenía 125 ppm de monensina sódica, melaza de caña de la región, heno de zacate bluestem cosechado en el Sitio Experimental y el heno de soya descrito anteriormente. El ensayo tuvo una duración de 77 días dentro de los cuales se registraron las variaciones de peso en tres periodos, los dos primeros de 28 días y un tercero de 21; además se midió el consumo de alimento un día por semana. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, siendo la unidad experimental el promedio de dos becerros que se alojaron en la misma corraleta. Los datos se sometieron a un análisis de varianza y las diferencias de medias se les aplicaron la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS).

Resultados y Discusión

En el cuadro 2, se detallan los resultados durante los 77 días de duración resaltando la ganancia diaria de peso (GDP), donde el testigo fue superior ($P < 0.05$) en toda la prueba con 1.8 kg por día, similar ($P > 0.05$) a 20% de heno de soya y este último similar ($P > 0.05$) a 40% de heno de soya y por último las GDP más baja ($P < 0.05$) fue cuando se utilizó el 60% de heno de soya. Estas ganancias quizás se deban al consumo de alimento ya que tuvo un comportamiento similar en toda la prueba, no resultando así la conversión alimenticia, la cual fue similar en todos los tratamientos.

Cuadro 2. Resultados de la prueba de engorda en corral con forraje de soya henificado.

Concepto	Peso inicial kg	Peso final kg	Ganancia de Peso kg/día	Consumo kg/día	Conversión. Kg de al./kg aum.
T1	290.56	432.13	1.82 a	11.04	6.06
T2	271.00	399.13	1.66 ab	10.39	6.24
T3	271.50	393.25	1.58 b	9.74	6.16
T4	265.00	357.50	1.20 c	9.09	7.55

Por columna literales diferentes indican diferencia estadística ($P < 0.05$); al=alimento; aum=aumento.

Dado por la conversión alimenticia y el precio del alimento en cada tratamiento, el costo por kg producido fue inverso a las ganancias de peso, resultando más económico a medida que se sustituye heno de soya por granos; siendo el costo más alto para el grupo testigo con 20.17 pesos, seguido por 20% de heno de soya con 18.42 pesos y muy similares entre si los dos últimos grupos con 15.65 y 16.98 para 40 y 60 % de heno de soya, respectivamente. Como dato general se presenta un comparativo de heno de soya, heno de alfalfa y soca de sorgo en el cuadro 3, datos analizados antes de la prueba con animales. En este cuadro se muestra que el heno de soya es tan bueno como la alfalfa e incluso un poco mejor en cuanto a proteína, digestibilidad y energía.

Cuadro 3. Características nutritivas de tres diferentes forrajes henificados.

Tipo de forraje	Materia seca %	Proteína cruda %	Fibra cruda %	FDN %	Dig. %	ED Mcal/kg
Alfalfa	92	17.5	33	-	70	2.58
H. de soya	90	18.0	30	40	80	2.64
Sorgo	85	4.9	33	-	-	2.11

FDN=Fibra detergente Neutra; Dig.=Digestibilidad in vitro; ED=energía digestible.

Conclusiones

Estos resultados sugieren que el heno de soya puede ser una alternativa en la alimentación de becerros en corral en la etapa de finalización sustituyendo favorablemente a los granos, como son el sorgo y la harinolina en niveles de 40% con un ahorro por concepto de alimento de hasta el 25%.

Literatura Citada

- Ávila C., J.M. y E.A. González V. 2004. Control de Maleza en las Tierras de Pastoreo del Noreste de México. Memorias XXII Día del Ganadero del Campo Exp. Aldama. INIFAP-CIRNE-CEAL. Aldama, Tamps, Mex. p 2-14.
- Ávila CJM; E.A., González V, N. Maldonado M., J.C. Villalobos. 2006. Producción y valor nutricional del forraje de soya (*Glycine max* L. Merr.) en Aldama, Tamaulipas. XLII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Veracruz, México p 171.
- Ávila CJM; E.A., González V y G. Ascencio L. 2011. Evaluación de la fecha de corte para la producción de forraje de soya en el Sur de Tamaulipas. XLVII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. León, México p 291.
- Díaz, H., A. Saldivar y López A. 1998. Pasture Forage Production In: Proceedings of the Management of Grasslands in Northern Mexico and South Texas. Texas A&M Univ., UAT, UAAAN, ITESM, FIRA, Ganadera de Nuevo León, and Coahuila. Laredo, TX. P 61-67.
- González V., E.A. y M.A. González P. 2002. Manejo de la Sequía en Predios Ganaderos del Sur de Tamaulipas. Memorias XX Día del Ganadero del Campo Exp. Aldama. INIFAP-CIRNE-CEAL. Aldama, Tamps, Mex. p 15-19.

**INFLUENCIA DE LA PRESENCIA DE NEMATODOS EN EL DESMPÑO
PRODUCTIVO DE BECERROS INFESTADOS NATURALMENTE
DE ARRIBO RECIENTE AL CORRAL**

**INFLUENCE OF NEMATODES PRESENCE ON FEEDLOT PERFORMANCE OF
RECEIVING BULL-CALVES NATURALLY INFESTED**

Rubén Barajas^{1*}, Billy J. Cervantes², Alejandro Camacho¹, Marco A. Espino¹, Idalia Enriquez¹,
Claudia Barraza¹, Leopoldo R. Flores¹, Juan J. Lomeli¹, Javier A. Romo¹

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa, México. rubar@uas.edu.mx;
rubar@uas.uasnet.mx, ²Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V.

Abstract

Seventy six bull-calves $175 \pm \text{SD } 35.38$ kg were used to determine the influence of nematodes presence on feedlot performance of receiving bull-calves naturally infested. Bull-calves were blocked using initial weight criteria and allotted in 16 ground floor pens (6 x 12 m). Bull-calves were weighed days 1, 28 and 52, when feces and blood samples were taken from each bull-calve for presence of gastro-intestinal and blood parasites determinations. In day 28, all animals received 10 mL/100 kg BW of Albendaphorte 10%Co (Salud y Bienestar Animal; Mexico) that contains: Albendazole 10 g/100 mL and cobalt sulfide 1.3 g/100 mL; and 3 mL/100 kg BW of Trodax (Merial; Mexico) that contains nitroxinile 34 g/100 mL. No blood parasites were found. In 16 of 76 bull-calves were not found parasites eggs (Naturally clean), and in remainder 60 (Naturally infested) eggs of *Haemonchus sp* (91.7%), *Cooperia sp* (45%), *Trichostrongylus sp* (41.7%), and *Monienzia sp* (1.7%) were found. Day-28, naturally infested bull-calves were 5% lighter ($P = 0.03$) than Naturally clean (203.6 vs. 214.9 kg), and its weight gain was 23% lower ($P < 0.01$) than Clean cattle (1.099 vs. 1.431 kg/d). In d-52 parasite-eggs was not found. ADG from d-29 to 56 was similar between treatments ($P = 0.82$). 52-d weight of naturally infested bull-calves was 4.9% lower ($P = 0.05$), and its ADG 15% lower ($P = 0.03$) compared with naturally clean. Results suggest that presence of nematodes can induces weight-gain losses nearest to 23% in cattle recently arrived to the feedlot.

Keywords: Bull-calves, Feedlot-performance, Nematodes

Resumen

Para determinar la influencia de los nematodos en la respuesta productiva de becerros infestados naturalmente recién llegados al corral, se utilizaron setenta y seis becerros $175 \pm \text{DE } 35.38$ kg. Fueron bloqueados con base en el peso inicial y alojados en 16 corraletas (6 x 12 m); se pesaron los días 1, 28 y 52 y tomaron muestras de heces y sangre. El día 28 los animales recibieron 10 mL/100 kg de PV de Albendaphorte 10% Co (Salud y Bienestar Animal; Mexico) que contiene: Albendazole 10 g/100 mL y sulfato de cobalto 1.3 g/100 mL; y 3 mL/100 kg PV de Trodax (Merial; Mexico) que contiene nitroxinil 34 g/100 mL. No se encontraron parásitos hemáticos. No se encontraron huevecillos en 16 de los 76 becerros (Naturalmente limpios), y en los 60 restantes (Naturalmente infestados) se encontraron huevecillos de *Haemonchus sp* (91.7%), *Cooperia sp* (45%), *Trichostrongylus sp* (41.7%), y *Monienzia sp* (1.7%). El día 28, los becerros

infestados fueron 5% más livianos ($P = 0.03$) que los Naturalmente limpios (203.6 vs. 214.9 kg) y la GDP fue 23% inferior ($P < 0.01$) comparados con los animales limpios (1.099 vs. 1.431 kg/d). El día 52, no se encontraron huevecillos y la ganancia diaria fue similar ($P = 0.82$). El peso final de los animales infestados fue 4.9% menor ($P = 0.05$) y su GDP 15% más baja ($P = 0.03$). Los resultados sugieren que los nematodos pueden inducir pérdidas cercanas al 23% en la ganancia de peso de los becerros recién llegados al corral.

Palabras clave: Becerros, desempeño en corral, nematodos

Introduction

Internal parasitism of feedlot cattle has been documented to reduce performance and impair immune function (Reinhardt *et al.*, 2006). Internal parasitism in cattle can be divided into three categories with regard to the parasites effect on the host: infection, economic, and clinical (Craig, 1988). Gastrointestinal nematodes of livestock cause serious economic losses (Demeler *et al.*, 2009). Nematodes as genus *Haemonchus* are cosmopolitan parasites of the abomasums of cattle, sheep, goats and a variety of wild ruminants (McGhee *et al.*, 1981). The economic parasitism is the most difficult category to asses (Craig, 1988), and make it difficult to accurately measure of the economic benefits of internal parasites control (DeRouen *et al.*, 2010). One common way of assessing economic parasitism is by the administration of an anthelmintic to cattle and then, after a predetermined period of time, comparing weight gains between treated and untreated control animals; this is a valid method of determine anthelmintic effects, but it may not always asses the true effects of parasitism (Craig, 1988). Due to difficult to obtain naturally free-parasite cattle grew in the same condition than infested cattle, is uncommon the possibility of compare the impact of presence or absence of parasites on feedlot performance of cattle naturally infested; then when exist the possibility of conducted a direct comparison between naturally parasites infected and naturally parasites-free cattle represent the opportunity of another way to approach in the assessment the impact of parasitism on performance of beef cattle.

This experiment was conducted with the objective of to determine the influence of nematodes presence on feedlot performance of receiving bull-calves naturally infested compared with naturally nematodes free animals.

Material and Methods

Seventy six bull-calves proximately 75% of *Bos indicus* blood weighting $175 \pm$ SD 35.38 kg were truck-transported during 24 hours, just-arriving to the feedlot, were placed in a big ground pen (30 x 45 m), and had free access to clean and fresh water, they were fed with alfalfa hay and a 15% crude protein receiving diet. Bull calves were rested overnight.

Next morning bull-calves were weighed, ear tagged and grouped in four block using initial weight criteria ($219.81 \pm$ SE 4.5 kg; $182.05 \pm$ SE 1.6 kg; $159.22 \pm$ SE 1.91kg ; and $131.94 \pm$ SE 2.71 kg, respectively) and allotted in 16 ground floor pens (6 x 12 m). Animals were blocked by weight for reduction of social interaction, than could interfere with access to feed-bunk of lighter cattle and the weight gain. Bull-calves were weighed days 1, 28 and 52, in those days fresh-fecal samples were obtained directly of rectum of each animal and sealed in plastic bags identified and placed in an insulated container with an ice pack to be transported to laboratory (Reinhardt *et al.*, 2006). Determination of parasites eggs were performed using the Modified Wisconsin Sugar Flotation Technique. Fecal eggs counts were determined using McMaster Method. Blood samples were taken from jugular vein of each calve using vacuum tubes, blood

samples were identified and placed in an insulated container with an ice pack to be transported to laboratory for microscopy blood parasites determinations. Cattle were feed *ad libitum* with a 70% concentrate ground corn-canola meal based diet, this diet containing 28 mg of monensin/kg of DM, monensin is currently used in feedlot diets as growth promoter and for *Eimeria sp* control. In day 28, once knew the specific parasites presence, all animals received an oral dose of 10 mL/100 kg BW of Albendaphorte 10% Co (Salud y Bienestar Animal; Mexico) that contains: Albendazole 10 g/100 mL and cobalt sulfide 1.3 g/100 mL; and 3 mL/100 kg BW of Trodax (Merial; Mexico) that contains nitroxinile 34 g/100 mL. Treatment with albendazole was selected from results described for Demeler *et al.* (2009).

Additionally, bull-calves receives an implant (Component TE; Elanco), ADE vitamin injection (Vitafluid; Virbac), and vaccine against *clostridium* (Ultrabact7/Somnubac; Pfizer) and *Mannheimia haemolítica* (One shot; Pfizer). During complete 52 days experiment, all bull-calves were keep in the initially designed pen with independence of parasitism status to prevent broke social relationship inside group-pen and input any additional stress to cattle.

With body weigh values from days 1, 28 and 52, average daily gain was calculated individually.

Agree with parasitism status found, cattle was considered as assigned to two treatments: 1) Bull-calves with egg parasites detected at any sampling time (Naturally infested, n = 60); or 2) Bull-calves free of egg parasites at any sampling time (Naturally clean, n = 16).

Inside of Naturally infested cattle were compared the number of infested cattle across different sampling times (days 1, 28 and 52), and the amount of eggs parasites per gram of feces. Between treatments was compared body weight across different sampling times (days 1, 28 and 52). The average daily gain (ADG) data was compared in three forms: First comparison was the ADG observed during days 1 to 28, which represents the impact of parasitism on ADG; second comparison was data from day 29 to 52 that represented the comparative performance of cattle once freeing from parasites using anthelmintic versus cattle that never suffer parasites infection (Naturally clean); and the third comparison was ADG data from day 1 to 52, which looks to explore the residual impact of parasitism period on cumulative performance.

Parasite enumeration data were analyzed using X^2 test of the \log_{10} transformation of actual counts, and amount of eggs-parasites per gram of feces was compared by *t*-test (Reinhardt *et al.*, 2006). Comparison of average daily gain data from Naturally infested cattle versus Naturally clean cattle was analyzed by ANOVA as a Complete Randomized Block Design (Hicks 1973), all calculation were performed with version 9 of Statistix Software (2007).

Results and Discussion

No blood parasites were found. In 16 of 76 bull-calves were not found parasites eggs (Naturally clean treatment), and in remainder 60 (Naturally infested treatment) eggs of *Haemonchus contortus* (91.7%), *Cooperia sp* (45%), *Trichostrongylus sp* (41.7%), and *Monienzia sp* (1.7%) were found. Results of Count of parasites eggs by gram of feces found in naturally infested bull-calves is shown in Table 1. Calves number infested by *Eimeria sp* was reduced 80% ($P < 0.05$) from 47 in day 1 to only 10 in day 28, and the amount of *Eimeria sp* eggs per gram of feces (egf) decreased in 86% ($P < 0.05$), at this time amount of *Eimeria sp* eggs in all positives calves was lower than 200 egf, accepting that in less than clinical number economical losses due to *Eimeria sp* are negligible in most animals (Craig, 1988), then is possible affirm that used dose of monensin was effective to controlling *Eimeria sp*. Comparison between cattle positive versus negative presence of *Eimeria sp* eggs in feces did not shown difference ($P > 0.50$) on weight gain (data not shown). Mean values of eggs of nematodes by gram of feces were similar ($P > 0.40$) for

samples obtained in days 1 and 28 of the experiment. Reduction in the efg-number during first 28 days of cattle in feedlot was observed previously by Ames *et al.* (1969).

In d-52 any parasite-eggs was not found. Lack of parasites eggs presence in the feces of cattle in day 52 confirm that selection of Albendazol as anthelmintic substance was appropriate in concordance with observed by Demeler *et al.* (2009) in a multinational anthelmintic efficacy investigation conducted in Europe, and performance of bull-calves from days 29 to 50 could be accepted as a non parasitized cattle response.

Table 1. Count of parasites eggs by gram of feces found in naturally infested bull-calves

Parasites	Infested bull-calves n (day1/day 28)	Eggs per gram of feces				P-value
		Day 1		Day 28		
		Mean	± SE	Mean	± SE	
<i>Eimeria sp</i>	47 ² (47/10)	810	250	110	18	< 0.05
<i>Haemonchus contortus</i>	55 ² (46/46)	496	116	208	52	NS
<i>Cooperia sp.</i>	46 ² (26/33)	387	78	218	52	NS
<i>Trichostrongylus sp</i>	342(22/17)	205	53	103	19	NS
<i>Oesophagostomus sp</i>	21 ² (15-6)	153	35	100	26	NS
<i>Moniezia sp</i>	1 ² (1/0)	150	-	-	-	

The results of the influence of nematodes presence on weight gain of bull-calves recently arrived in to the feedlot is shown in Table 2. Day-28, naturally infested bull-calves were 5% lighter ($P = 0.03$) than Naturally clean (203.6 vs. 214.9 kg), and weight gain was 23% inferior ($P < 0.01$) in infested cattle comparatively with clean cattle (1.099 vs. 1.431 kg/d).

Table 2. Influence of nematodes presence on weight gain of bull-calves recently arrived in to the feedlot.

Variable	Treatments				P-value
	Naturally clean		Naturally infested		
	Mean	± SE	Mean	± SE	
Bull-calves, n	16		60		
Body weight, kg					
Day 1	174.81	3.347	172.84	1.745	0.61
Day 28	214.87	4.478	203.61	2.317	0.03
Day 52	240.69	5.210	228.81	2.695	0.05
Average daily gain, kg/day					
Days 1 to 28	1.431	0.099	1.099	0.051	< 0.01
Days 29 to 52	1.076	0.096	1.050	0.049	0.82
Days 1 to 52	1.267	0.074	1.076	0.038	0.03

This results are in close agreement with data of grazing young cattle, Craig (1988) whose using a data base form 13 published results found a mean of 21% in the reduction of weight gain due to helminthes infection. DeRouen et al. (2010) reported reduction of weight gain between 21.7 to 25.5% in stocker calves nematode-infested grazing Bermuda grass in relationship to calves that were treated for GI nematodes. With steers weighting 196 kg that receive or not intraruminal inoculation of 3,000 infective larvae (*Ostertigia* and *Cooperia*) per kg of body weight, Ames et al. (1969), observed that during first 28 days in feedlot, infested steers gained 338 g less per day than non infected cattle, this value is in concordance with the 332 g less of daily gain observed in Naturally infested cattle compared with Naturally clean in the present experiment.

Once all cattle was dewormed, ADG from d-29 to 56 was similar between treatments ($P = 0.82$). This result joint with the absence of eggs parasites in feces in day 52, indicates that reduction on ADG observed during first 28 days in Naturally infected calves is attributable to parasites presence, and that once parasites are removed calves have the opportunity of show the same growth rate than currently free parasites-calves. The possibility of a compensatory growth after treatment of infected calves described as often observed (Craig, 1988) was not present in actual experiment, ADG mean (d 29-52) of 1.050 kg/day showed by infested cattle was in close proximity to 1.076 kg/day observed in clean calves, but numerically slightly lower.

The final 52-d weight of naturally infested bull-calves was 4.9% lower ($P = 0.05$), and its ADG continued to be 15% lower ($P = 0.03$) comparatively with shown for naturally clean cattle. This result implies that negative impact on weight gain of infected cattle during an initial period in the feedlot, is reflected in the cumulative feedlot performance. Similar results were obtained for Ames *et al.* (1969) on 189 days cumulative weight gain response of feedlot steers artificially-infected or not with *Ostertigia* and *Cooperia* larvae.

Conclusion

Results of this experiment, suggest that presence of gastro intestinal parasites as nematodes can induces weight-gain losses nearest to 23% in cattle recently arrived to the feedlot, and the detrimental effect is able to impact the total cumulative feedlot response even after of anthelmintic treatment.

Literature Cited

- Ames, E.R, R. Rubin, and J.K. Matsushima. 1969. Effects of gastrointestinal nematode parasites on performance of beef cattle. *J. Anim. Sci* 28:698-704.
- Craig, T.M. 1988. Impact of internal parasites on beef cattle. *J. Anim. Sci.* 66:1565-1569.
- Demeler, J., A.M.J. Van Zeveren, N. Kleinschmidt, J. Vercruysse, J. Höglund, R. Koopmann, J. Cabaret, E. Clarebout, M. Areskog, and G. von Samson-Himmelstjerna. 2009. Monitoring the efficacy of ivermectin and albendazole against gastro intestinal nematodes of cattle in Northern Europe. *Veterinary Parasitology* 160:109-115.
- DeRouen, S.M., J.E. Miller, and L.D. Foil. 2010. Control of horn flies (*Haematobia irritans*) and gastrointestinal nematodes and its relation with growth performance in stocker cattle. *The professional Animal Scientist* 26:109-114.
- Hicks, C. R. 1973. *Fundamental Concepts in the Design of Experiments*. New York, NY, USA: Holt, Rinehart and Wiston, 537 p.
- McGhee, M.B., V.F. Nettles, E.A. Rollor, III, A.K. Prestwood, and W. R. Davidson. 1981. Studies on cross-transmission and pathogenicity of *Haemonchus contortus* in white-tailed deer, domestic cattle and sheep. *Journal of Wildlife Diseases* 17:353-364.
- Reinhardt, C.D., J.P. Hutcheson, and W.T. Nichols. 2006. A febendazole oral drench in addition to an ivermectin pour-on reduces parasite burden and improves feedlot and carcass performance of finishing heifers compared with endectocides alone. *J. Anim. Sci.* 84:2243-2250.

**COMPARACION DEL USO DE SEMEN SEXADO Y CONVENCIONAL EN
VAQUILLAS HOLSTEIN DE REEMPLAZO: RESULTADOS PRELIMINARES**

**COMPARISON OF SEXED AND CONVENTIONAL SEMEN USED IN HOLSTEIN
HEIFERS: PRELIMINARY RESULTS**

José A. Callejas^{1*}, Andrea Filatoff¹, Narciso Ysac Ávila², Ulises Macías¹, Francisco Daniel
Álvarez¹ y Leonel Avendaño¹

¹*Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Delta s/n, Ejido Nuevo León,
Valle de Mexicali, Baja California, México 21705. email: okyn_07@hotmail.com.mx*

²*Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Ciudad Universitaria, Puerto Escondido, Oaxaca, México
91780.*

Resumen

Con la finalidad de comparar algunos parámetros reproductivos derivados del uso del semen convencional y sexado, se realizó el presente estudio en una explotación intensiva de vaquillas Holstein de reemplazo en el valle de Mexicali, Baja California. Se analizaron 1617 inseminaciones de las que 984 fueron con semen convencional y 633 con semen sexado de los años 2007 a 2010. Se corrieron modelos lineales bajo el análisis de varianza considerando los efectos tipo de semen, año y su interacción. El promedio de servicios por concepción fue significativamente mayor ($P < 0.001$) usando semen convencional comparado con semen sexado (1.72 ± 0.03 vs 1.21 ± 0.02), pero el semen sexado produjo 19.66% menos ($P < 0.001$) concepciones que el convencional. El uso de semen sexado resultó en 38.01 unidades porcentuales más en nacimiento de crías hembras ($P < 0.001$), con respecto al convencional. De igual forma se observaron diferencias ($P < 0.05$) en el porcentaje de mortalidad por el tipo semen usado. El año presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) para NSC, la tasa de concepción fue similar a través de los años, el porcentaje de crías hembras se incrementó significativamente a través de los años y la mortalidad no rebasó el 5.68%. Se concluye que el uso de semen sexado representa ventajas en la proporción de crías hembras producidas y se requiere realizar más estudios al respecto.

Introducción

En años recientes se han realizado innovaciones tecnológicas utilizadas para el mejoramiento de genético del ganado lechero, siendo una de ellas el uso de semen sexado. Esta técnica se utiliza para incrementar la frecuencia de hembras nacidas en hatos lecheros que sirvan como reemplazos, ya que se estima que la proporción normal de sexos al nacimiento en ganado bovino es 51% machos y 49% hembras con semen convencional (Morris *et al.*, 1986). Como toda una nueva tecnología, el semen sexado se presenta hoy como una incógnita acerca de su posible adopción y de los beneficios que genera. Es muy importante analizar esta tecnología en un contexto realista y práctico, para precisar si es importante su uso o no en la explotación. El objetivo del presente estudio es comparar los parámetros reproductivos número de servicios

por concepción, proporción de hembras, tasa de concepción y el costo entre el uso de semen sexado y el convencional en una explotación de vaquillas Holstein de reemplazo.

Materiales y Métodos

La presente investigación fue realizada en los corrales San Carlos, localizados en el Km 15 de la carretera Mexicali-San Felipe, en el valle de Mexicali, Baja California. Su ubicación geográfica es latitud 32° y longitud 115°. Las condiciones climáticas de esta región son tipo Desierto de Sonora, muy caliente y muy árido principalmente en verano. El clima es considerado seco según la clasificación de Koeppen, con temperaturas mínimas en invierno de 0° C y máximas en verano de 50° C, con una media anual de precipitación de 84 mm. La investigación consistió en coleccionar información sobre el uso de semen sexado y semen convencional de 2007 a 2010 en vaquillas Holstein de reemplazo. Dos meses antes del parto, las vaquillas se transportan a dos establos ubicados en Tecate y Tijuana, donde paren e inician con su actividad productiva. Por tanto, la información al parto se coleccionó en estos lugares. Los parámetros reproductivos que se compararon fueron servicios por concepción, proporción sexual en las crías, tasa de concepción, y la variable mortalidad. Las variables independientes fueron tipo de semen y año. Para realizar el análisis estadístico se utilizó análisis de varianza, la prueba Fisher para proporciones y la prueba de tukey para comparar medias, mediante el programa estadístico SAS (SAS, 2001).

Resultados y Discusión

Los resultados encontrados en la presente investigación reflejan que para la variable tipo de semen presentó efecto significativo ($P < 0.001$) por efecto de servicios por concepción, al evaluar semen convencional, con una media de 1.72 ± 0.03 y para el semen sexado con 1.21 ± 0.02 (Cuadro 1), estos resultados son similares a los publicados por Ávila (2004) y Lucy (2001) quienes reportan que el parámetro ideal es 1.5 ± 0.3 servicios por concepción, considerando un problema si alcanza 1.8 o más servicios. Los resultados mostraron efecto significativo ($P > 0.001$) para la variable SPC por año al evaluar semen convencional con un 93.19% y para semen sexado 77.88% (Cuadro 1). Algunos estudios siguieron que en promedio, la fertilidad del semen sexado es del 75% (70 a 80%) de la fertilidad con respecto al semen convencional, en vaquillas vírgenes (una disminución de 20 a 30%) (DeJarnette *et al.*, 2008). Las tasas de concepción con semen sexado con una concentración de 2 millones de esperma por inseminación han sido casi siempre del 70-80% con respecto al no sexado y a una concentración de 10 millones, siempre y cuando se cuente con inseminadores bien entrenados, detección de celo y un eficiente descongelamiento del semen. Bajo condiciones ideales puede exceder un 90% con respecto a las dosis normales de semen no sexado. En la variable sexo de la cría los resultados fueron de 48.88% de hembras para convencional y de 86.89% para semen sexado (Cuadro 1) respectivamente. Resultados encontrados por (Silva del Rio *et al.*, 2007) se pueden usar como base con un 46.7% en semen convencional y 87.2% en el semen sexado (Cerchiaro *et al.*, 2007). Los mortinatos de crías hembras fueron más prevalentes de

inseminaciones cuando se uso semen convencional (5.89%) que el semen sexado (2.84%) obteniendo una diferencia estadística entre los dos tipos de semen.

El factor año presentó efecto significativo ($P < 0.05$) sobre la variable número de servicios por concepción con tendencia decreciente del 2007 al 2010, comportamiento similar se obtuvo para la variable porcentaje de crías hembras, lo cual puede ser atribuido a mejoras en las técnicas de inseminación artificial, proceso de descongelado del semen y observación eficiente de celo principalmente. La tasa de concepción se presentó en un rango estrecho (85 a 86%) en los 4 años estudiados y la mortalidad no rebasó el 6% (Cuadro 2).

Conclusiones

Debido a su mayor costo por dosis de semen sexado, y junto con el riesgo de concepción, el semen sexado se recomienda principalmente para su uso en vaquillas, bien manejadas. El uso del semen sexado depende en gran medida, de las tasas de concepción y de los costos extras del semen sexado, es claro que el costo del semen sexado se incrementa debido al número de servicios y conforme la tasa de concepción decline.

Literatura Citada

- Ávila G.J. Factores que influyen en la fertilidad. Memorias Científicas, XXVIII Congreso Nacional de Buiatría 2004:32- 40.
- Cerchiario, I., M. Cassandro, R. Dal Zotto, P. Camier, and L. Gallo. 2007. A Field study on fertility and purity of sex-sorted cattle sperm. *J. Dairy Sci.* 90:2538-2542.
- DeJarnette, J.M., R.L. Nebel, C.E. Marshall, J.F. Moreno, C.R. McCleary, and R.W. Lenz. 2008. Effect of sex sorted sperm dosage on conception rates in Holstein heifers and lactating cows. *J. Dairy Sci.* 91:1778-1785.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía de la U.N.A.M. México D.F.
- Lucy, MC. Reproductive loss in high – producing dairy cattle: where Hill it end? *J. Dairy Sci.* 2001.
- Morris CA, Bennett GL, Baker RL, Carter AH. Birth Weight, dystocia and calf mortality in some New Zealand beef breeding herds. *J. Anim. Sci.* 1986; 62: 327-343.
- SAS Institute Inc. 2001. SAS/STAT Software: Changes and Enhancements, Release 8.10, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Silva del Rio, N., S. Stewart Report. 2008. Wisconsin cattle summary for the week ending Friday Oct 24, 2008. Available at: http://www.ams.usda.gov/mnreports/md_Is_150.txt.

Cuadro 1. Promedios de servicios por concepción (Media \pm EE), Porcentaje de gestación (%), porcentaje de crías hembras (%) y porcentaje de mortalidad (%) por tipo de semen en vaquillas Holstein de reemplazo.

Semen	N	NSC	Concepción (%)	Crías Hembras (%)	Mortalidad (%)
CON	984	1.72 \pm 0.03 ^a	93.19 ^a	48.88 ^b	5.89 ^b
SEX	633	1.21 \pm 0.02 ^b	77.88 ^b	86.89 ^a	2.84 ^a

CON= Semen convencional, SEX= Semen sexado, NSC= Número de servicios por concepción, ^{a, b} Medias con diferente literal en la misma columna son diferentes estadísticamente (P<0.001).

Cuadro 2. Promedios de servicios por concepción (Media \pm EE), Porcentaje de gestación (%), porcentaje de crías hembras (%) y porcentaje de mortalidad (%) por año en vaquillas Holstein de reemplazo.

Año IA	N	NSC	Concepción (%)	Crías Hembras (%)	Mortalidad (%)
2007	237	1.81 \pm 0.06 ^a	89.87	60.34	4.64
2008	454	1.56 \pm 0.04 ^b	85.46	61.23	4.85
2009	511	1.47 \pm 0.03 ^{bc}	88.26	63.41	5.68
2010	415	1.37 \pm 0.03 ^c	86.27	68.92	3.37

CON= Semen convencional, SEX= Semen sexado, NSC= Número de servicios por concepción, ^{a, b, c, d} Medias con diferente literal en la misma columna son diferentes estadísticamente (P<0.001).

ESTUDIO DE SEGUIMIENTO EN EL CONTROL DE GARRAPATA *Boophilus* Y ENFERMEDADES QUE TRANSMITE EN BOVINOS DE CARNE EN PASTOREO EN TAMAULIPAS

PROSPECTIVE STUDY IN THE CONTROL OF *Boophilus* TICKS AND TRANSMITTED DISEASES IN BEEF CATTLE GRAZING IN TAMAULIPAS

Antonio Cantú¹

¹ Campo Experimental Las Huastecas-INIFAP

Resumen

Con el Objetivo de obtener nuevos protocolos de control de garrapata *Boophilus* y reducir costos, porcentajes de mortalidad por la presencia de enfermedades como piroplasmosis y elevar la productividad en áreas con garrapata resistentes a los ixodicidas, se realizó este estudio de seguimiento de tres protocolos de control en garrapata bajo diferentes situaciones en tres ranchos del estado de Tamaulipas. Se inicio el seguimiento a los protocolos establecidos en cada uno de los ranchos, protocolo 1 (Baño garrapaticida + Vacuna Bm86 + Ivermectina 3.15%) Rancho el Guayaboso. Protocolo 2 (Baño + Fuazurón + Ivermectina 3.15%) Campo Experimental Aldama y protocolo 3 (Baño + Ivermectina 3.15%) Rancho el Metate. En todos los ranchos se implemento la actividad de conteo de carga parasitaria (30-35 garrapatas repletas por lado del animal). Los resultados del protocolo 1 muestran que se logro reducir de 22 a 8 (63%) baños anuales lo que representó una disminución importante en la población de garrapata *Boophilus*. El umbral establecido de 35 garrapatas por lado demostró ser una buena referencia para establecer un tratamiento de soporte dentro del programa, reducir la presencia de brotes de piroplasmosis y anaplasmosis del 5.4% al 0.25% anual, se logro dar mayor durabilidad a los ixodicidas y reducir las probabilidades de la presencia de garrapata resistente. Con el protocolo 2 se logró reducir el número de baños en un 54,5% anualmente, y dar mayor durabilidad de los ixodicidas, se revirtió la resistencia de amidina en un 59% en 12 meses y reducir las probabilidades de nuevas generaciones de garrapata resistente. Protocolo 3 se logro reducir de 22 a 12 (54%) baños anuales. El umbral establecido de 25 garrapatas por lado demostró ser una buena referencia para establecer un tratamiento alterno de soporte dentro del programa como ivermectina 3.15%. Además de lograr mantener una estabilidad enzoótica de piroplasmosis-anaplasmosis.

Palabras clave: *Boophilus*, garrapata, piroplasmosis, protocolos, control, resistencia.

Abstract

In order to obtain new tick *Boophilus* control protocols and reduce costs, rates of mortality due to diseases such as Texas fever and raise productivity in areas with the acaricide-resistant tick, this follow-up study of three protocols to control tick prevalence under different situations in three ranches of Tamaulipas State. Home monitoring to the Protocol established in each one of the ranches, Protocol 1 (Dipping + Vaccine Bm86 + Ivermectina 3.15%) Guayaboso ranch, Protocol 2 (Dipping + Fuazurón + Ivermectina 3.15%) Campo Experimental Aldama and Protocol 3 (Dipping + Ivermectina 3.15%) Metate ranch. In all the ranches will implement the activity count of ticks (30-35 ticks per side of the animal).

The results of the protocol 1 show that was brought down from 22 to 8 (63 %) dipping per year, which represented a significant decrease in the population of *Boophilus* tick. The established threshold of 35 ticks per side proved to be a good reference for establishing a treatment of support within the program, to reduce the presence of outbreaks of babesia and anaplasmosis of 5.4 % to 0.25 % per year. It is able to give greater durability to ixodicides and reduce the likelihood of the presence of tick resistant. Protocol 2 was successful in reducing the number of dipping in a 54.5 % annually, and gives greater durability of ixodicides, reversed the resistance of amidine by 59% in 12 months and reduces the probability of new generations of tick resistant. Protocol 3 was reduced from 22 to 12 (54 %) annual dipping. The established threshold of 25 ticks per side proved to be a good reference for establishing an alternative treatment of support within the program such as ivermectin 3.15 %. In addition to achieve maintain enzootic stability of babesia-anaplasmosis.

Introducción

Dentro de las explotaciones dedicadas a la producción de bovinos de carne en pastoreo, uno de los problemas que afecta seriamente la producción en la región noreste de México es la presencia de garrapata *Boophilus*. El incremento en la presencia de altas poblaciones de garrapatas así como la presencia de garrapatas resistentes a los productos químicos en su combate es un problema que está tomando dimensiones alarmantes por provocar altos costos en el control y disminuir drásticamente la producción en bovinos de carne, además de los daños indirectos como la transmisión de enfermedades entre ellas anaplasmosis y babesiosis, aunado a la problemática en las restricciones sanitarias que pueden poner barreras en la exportación de becerros mermando fuertemente la economía de este sector productivo. En México desde 1981 se identificaron poblaciones de garrapata resistente a organofosforados. En 1993 apareció resistencia a piretroides en Soto la Marina, Tamaulipas, y Emiliano Zapata, Tabasco (Castellanos, 1998). Para 1998 el fenómeno de la resistencia había sido constatado en 13 estados de México. En 2002 se notificó multiresistencia a amitraz, organofosforado y piretroide en Tabasco, cepa “San Alfonso” (Soberanes et al. 2002). En la región noreste del país estas enfermedades son endémicas con prevalencias que varían de 30% a 70% para piroplasmosis y de 5% a 30% para anaplasmosis, causando grandes pérdidas en la producción por sus efectos directos e indirectos. En el estado de Tamaulipas alrededor del 60% de la población bovina está expuesta a la piroplasmosis y anaplasmosis causando pérdidas cuantiosas en ganado comercial y más aun en ganado especializado. A nivel nacional encontramos que existen regiones donde las prevalencias a babesia llegan a 68.0% en la zona ganadera del estado de Yucatán (Ramos et al., 1992) y en algunos lugares alcanzan el 85% como podría estar el caso de la zona sur de Tamaulipas y otras regiones de menor al 10% como es la zona norte del estado.

Materiales y Métodos

El sitio de estudio se realizó en el rancho El Guayaboso, dedicado a la cría de ganado bovino Beefmaster en el municipio de Soto la Marina, Tamaulipas (N 23° 36.68' W 97° 55.48'), Rancho El Metate y Campo Experimental Aldama con ganado Simbrah y Simmental en el municipio de Aldama, Tamaulipas. Los ranchos presentaban infestación

moderada-alta de garrapata *Boophilus microplus* y además existe la presencia de garrapata *Amblyoma* con reporte de fallas de control de garrapatas y/o control de *Babesia* y *Anaplasma*. Se llevo a cabo un estudio epidemiológico para identificar las especies de garrapatas involucradas y la prevalencia de anticuerpos contra *Babesia* spp. y *Anaplasma marginale* en una muestra de los bovinos, con la finalidad de conocer el estatus que guarda la explotación en estudio. Además se realizó un diagnóstico de la situación de resistencia a los ixodicidas mediante la técnica de paquete de larvas utilizando la dosis discriminante (2X CL99.9 de una cepa susceptible) (Stone y Haydock, 1962) para detectar la susceptibilidad a 3 compuestos organofosforados, 3 piretroides y una amidina cíclica (amitraz), y los métodos empleados para el control de garrapatas, moscas como son días entre baños, productos utilizados, etc. Se estableció un programa de manejo integral de garrapatas adecuado a las condiciones del rancho, ya que se debe considerar que métodos efectivos en ciertas circunstancias epidemiológicas. Los protocolos fueron 1) Baño garrapaticida + Vacuna Bm86 + Ivermectina 3.15%, liberación de Parasitoides (*Sphalangia endius*) cada 14 días de mayo a septiembre, 2) Baño + Fuazurón + Ivermectina 3.15% y Protocolo 3) Baño + Ivermectina 3.15%. El uso estratégico de ixodicidas (número de tratamientos por año, fechas adecuadas de tratamiento) fue basado en los resultados de resistencia y dinámica de población. Se implemento el seguimiento de la infestación de garrapata (Dinámica de población) por medio de conteos cada 15 días, el procedimiento fue encerrar un lote de 30 animales como a las 6 pm y se procedía al conteo a las 7:00 am del siguiente día, considerando conteo de garrapatas (30-50 garrapatas de 0.4-0.8 mm por lado del animal) y el umbral económico que estas representan y elección del ixodicida adecuado, basado en la prueba diagnóstica de resistencia. Para detección de anticuerpos de *Babesia bovis* y *B. bigemina* se utilizó la prueba de Inmunofluorescencia indirecta (IFI) (Goldman and Rosemberg, 1972). Los datos se evaluaron en base a frecuencias de baños (numero de baños en el año) y reducción en la presencia de piroplasmosis anaplasmosis, así como la dinámica de población a través del año.

Resultados y Discusión

Los resultados del diagnóstico situacional muestra que en el rancho Guayaboso se realizaba baño de inmersión c/15 días (X= 22 baños anuales), campo experimental Aldama se baña cada 14-21 días (22-24 baños por año) y en el rancho el Metate cada 15 dias (24 baños por año), se colecto garrapata y se detecto la presencia de *Boophilus* y *Amblyoma* (cuadro 1).

Cuadro 1.- Resultados de taxonómica en garrapatas presentes en el rancho Guayaboso.

AMBLYOMMA Immitator
AMBLYOMMA Cajennense
BOOPHILUS Microplus
BOOPHILUS Annulatus



En el diagnostico de Piroplasmosis anaplasmosis se encontró alta prevalencia a Piroplasmosis y baja a Anaplasmosis (cuadro 2).

Cuadro 2.- Diagnostico de la situación enzoótica de enfermedades hemoparasitarias Babesia y Anaplasma en bovinos del rancho el Guayaboso.

Enfermedad	Técnica Diagnostica	Prevalencia
Babesiosis	Inmunofluorescencia indirecta	80%
Anaplasmosis	ELISA	10%

La situación de susceptibilidad a los ixodicidas resulto con buen porcentaje de mortalidad para organofosforados y amidinas y presentando muy baja mortalidad para piretroides en el caso del rancho el Guayaboso, mientras que en el campo experimental Aldama y el Metate existía muy baja mortalidad en amidinas y piretroides (cuadro 3).

Cuadro 3.- Diagnostico de la susceptibilidad a tres familias de ixodicidas

Producto	Clorpirifos	Coumafos	Diazinon	Flumetrina	Deltametrina	Cipermetrina	Amitraz
% de Mortalidad R. Guayaboso	96.5	98.2	58.1	35.6	26.6	36.7	97.6
% de Mortalidad C. Exp. Aldama	83.6	99.3	68.4	3.0	5.0	2.0	46.4
% de Mortalidad R. Metate	92.0	95.0	30.1	14.0	16.2	16.1	25

En la grafica 1 se puede observar el comportamiento en cuanto al nivel de infestación donde se dieron tratamientos cuando un animal presento de 35 o más garrapatas (0.4-0.8 mm) por lado y para el primer año se logro reducir el número de tratamientos químicos a 8, aunado con un tratamiento de ivermectina en el pico más alto es de abril mas las 4 aplicaciones de Bm86 el primer año y una cada 6 meses el segundo año. Para el control de mosca del cuerno con la liberación de parasitoides se logro reducir el tratamiento químico a solo dos aplicaciones comparado con 6-8 tratamientos que se realizaban.

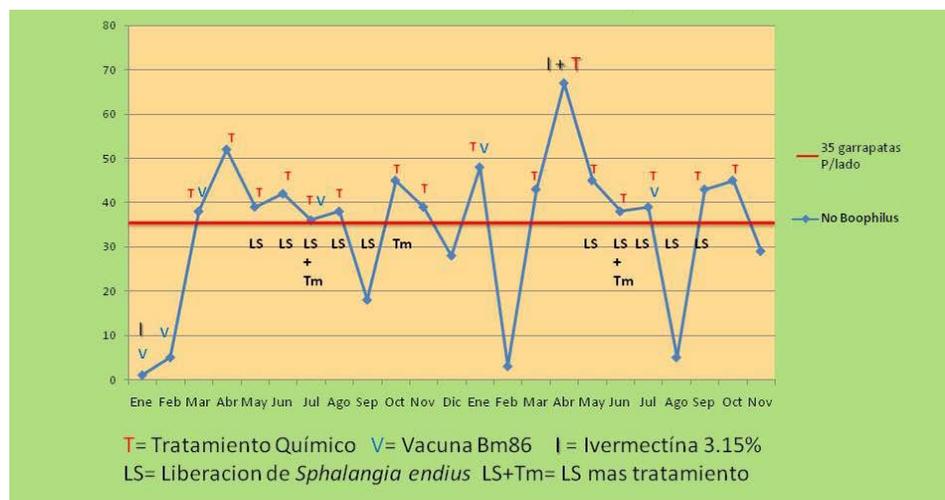
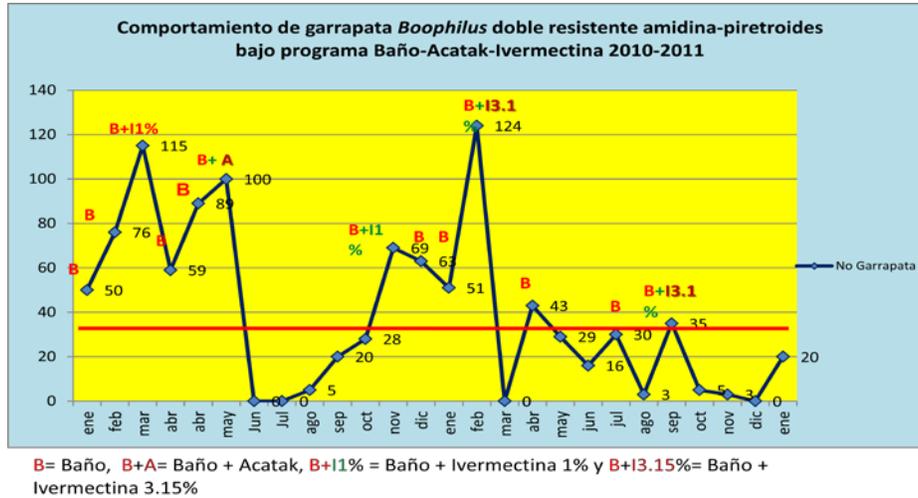


Figura 1.- Dinámica de población y tratamientos realizados en el rancho el Guayaboso

En el campo experimental Aldama se puede observar en la grafica 2 la dinámica y los tratamientos que fueron realizados durante de dos años de seguimiento, así como el punto de corte de número de garrapatas (35) para la decisión de aplicar un tratamiento.

Figura 2.-



En el rancho el Metate se pude observar en la grafica 3 el seguimiento por dos años la dinámica de población y el punto de corte de 25 garrapatas por lado del animal para la determinación de aplicar algún tratamiento.

Grafica 3.-



Conclusiones

Para el rancho el Guayaboso se concluye: 1) Con la aplicación de vacuna Bm86 mas ivermectina 3.15% mas tratamiento químico y conteo de infestación de garrapata se logro reducir de 22 a 8 (63%) baños anuales lo que represento una disminución importante en la población de garrapata *Boophilus* así como reducir la presencia de brotes de Piroplasmosis y Anaplasmosis. 2) El umbral establecido de 35 garrapatas por lado demostró ser una

buena referencia para establecer un tratamiento de soporte dentro del programa. 3) El control biológico de la mosca con el uso de parasitoides logro reducir el número de tratamientos de 8 a solo dos aplicaciones químicas en el año.

Para el Campo Experimental Aldama se concluye: 1) Con la aplicación de Fuazurón (Acatak) + ivermectina, diagnostico y conteo de carga parasitaria. Se logró reducir de 22-24 a 12-14 baños anuales. 2) Se logro reducir la población de garrapata *Boophilus* y reducir la presencia de brotes de anaplasmosis y piroplasmosis. 3) Bajo este programa de control de garrapata se logra revertir la resistencia de amidina en un 59% en 12 meses y reducir las probabilidades de nuevas generaciones de garrapata resistentes.

Para el protocolo del rancho El Metate se concluye que: 1) Con la aplicación de ivermectina 3.15% más tratamiento químico y conteo de infestación de garrapata se logró reducir de 22 a 12 (54%) baños anuales lo que represento una disminución importante en la población de garrapata *Boophilus* así como reducir la presencia de brotes de piroplasmosis y anaplasmosis. 2) El umbral establecido de 25 garrapatas por lado demostró ser una buena referencia para establecer un tratamiento alterno de soporte dentro del programa como es la aplicación de ivermectina 3.15%. Además de lograr mantener una estabilidad enzoótica de piroplasmosis-anaplasmosis. 3) Bajo este programa integral se logra dar mayor durabilidad a los ixodicidas y reducir las probabilidades de la presencia de garrapata resistente

Literatura Citada

- Cantú A., Almazan C., García Z., y Kunz S. 1999. Evaluación de la resistencia de los mosquicidas contra mosca del cuerno (*Haematobia irritans*) en Tamaulipas. En "Control de la resistencia en garrapata y mosca de importancia veterinaria y enfermedades que transmiten". IV Seminario Internacional de Parasitología Animal (García Z. & Fragoso H. ed.) CONASAG-INIFAP-INFARVET-IICA-AMPAVE-FILASA. Puerto Vallarta, México. 193.
- Castellanos H.J.L. 1998. Seguimiento a predios con garrapata resistente hacia los ixodicidas y alternativas para su control. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Simposium de parasitología Veterinaria, Octubre 16-18, 1998: 51-54.
- González A.I. 2003. Informe de un caso de resistencia múltiple a ixodicidas en *Boophilus microplus* Canestrini (Acari: Ixodidae) en Tamaulipas, México. Revista Veterinaria Mexico.34:397-401.
- Soberanes C.N., Santamaría V.M., Fragoso S.H., García V.Z. 2002. Primer caso de resistencia al amitraz en garrapata de ganado *Boophilus microplus* en México. Técnica Pecuaria Mexico. 40; 8-92.
- Stone B.F., Haydock K.P. 1962. A method for measuring the acaricide susceptibility of the cattle tick, *Boophilus microplus* (Can.). Bulletin of Entomology Research. 53:563-578.

EFFECTO DEL ULTRASONIDO DE POTENCIA SOBRE EL CRECIMIENTO BACTERIANO EN CARNE DE BOVINO

EFFECT OF POWER ULTRASOUND ON BACTERIAL GROWTH IN BEEF

*Caraveo-Suárez R.O., Alarcón-Rojo A. D., Valenzuela-González C., Santellano, E.

*Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología, Periférico R. Almada km 1, C.P 31453,
Chihuahua, Chih. México. Email: *omaro.caraveo@hotmail.com*

Resumen

El crecimiento de microorganismos en la carne es un proceso natural, sin embargo, los microorganismos patógenos constituyen un problema de en la industria cárnica. Por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del ultrasonido de potencia sobre el crecimiento de la flora microbiana en carne fresca de bovino. Se seleccionaron de forma aleatoria cinco músculos *Semitendinosus* se procedió a cortar cada músculo en el plano transversal obteniendo rebanadas de 0.5 pulgadas de espesor y empaquetada al vacío durante todo el experimento. Se aplicaron tres tratamientos (0, 60 y 90 min) en un baño ultrasónico, una sola vez, sumergiendo la muestra en una cantidad de agua (25°C) suficiente para cubrirla. La carne se almacenó durante seis períodos de tiempo en refrigeración (0, 2, 4, 6, 8 y 10 días a 4°C). Se evaluaron las cargas de mesófilos, psicrófilos y coliformes totales en el exudado de la carne. No se observó diferencia (P>0.05) en el crecimiento por efecto de almacenamiento. El tratamiento de ultrasonido (60 y 90 min) disminuyó (P<0.05) el crecimiento, siendo el último el de mayor efecto. Los microorganismos más afectados fueron los coliformes totales y psicrófilos con promedios iniciales de 4.78±0.16 y 5.21±0.16 log₁₀UFC/ml y finales de 1.26±0.16 y 1.83±0.16 log₁₀UFC/ml respectivamente durante el almacenamiento. Se concluye que el tratamiento de la carne de res con ultrasonido de potencia disminuye las cargas bacterianas, particularmente los Coliformes y las bacterias psicrófilas. Esto demuestra el gran potencial de uso de esta tecnología en la industria de la carne.

Palabras Clave: Ultrasonido, Mesófilos, Psicrófilos, Coliformes, Carne Res.

Abstract

The growth of microorganisms in meat is a natural process; however, pathogenic microorganisms constitute a problem in the meat industry. The aim of this study was to determine the effect of power ultrasound on the growth of microbial flora in fresh beef. Five *Semitendinosus* muscles were randomly selected and cut in the transverse plane into 0.5 in slices and vacuum packed throughout the experiment. Three treatments were applied (0, 60 and 90 min) in an ultrasonic bath only at the beginning of the experiment, packed samples were immersed in enough water (25 ° C) to cover it. The meat was stored for six time periods (0, 2, 4, 6, 8 and 10 days at 4 ° C). Mesophiles, psychrophiles and total coliform loads were evaluated in the meat exudate. There was no difference (P> 0.05) on bacterial growth during storage. The ultrasound treatment (60 and 90 min) decreased (P <0.05) growth of bacterial, having the 90 min treatment the highest effect. The organisms most affected were total coliforms and psychrophiles with initial and final average of 4.78 ± 0.16 and 5.21 ± 0.16 and 1.26 ± 0.16 and 1.83 ± 0.16 log₁₀UFC/ml respectively during storage. We conclude that treatment of beef with ultrasonic power decreases bacterial loads,

particularly coliform and psychophilic bacteria. This demonstrates the great potential of this technology in the meat industry.

Keywords: Ultrasound, Mesophiles, Psychophiles, Coliforms, Beef.

Introducción

El crecimiento de microorganismos en la carne es un problema de la industria a nivel mundial. Los factores principales para preservar la carne fresca y por lo tanto alargar su vida de anaquel son evitar la contaminación del producto y retardar o inhibir el crecimiento de microorganismos que deterioran la carne.

El ultrasonido de potencia ha extendido su aplicación a la industria alimentaria donde se está usando para mejorar la calidad y alargar la vida de anaquel de los productos frescos y procesados (McClements, 1995). Los estudios de investigación se han centrado principalmente en la inactivación de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* y algunos otros microorganismos (Piyasena *et al.*, 2003; Char *et al.*, 2010).

Por lo tanto el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del ultrasonido de potencia sobre el crecimiento de la flora microbiana en carne fresca de bovino.

Materiales y Métodos

Se seleccionaron de forma aleatoria cinco músculos *Semitenidosus* de vacas adultas adquiridos en un establecimiento comercial. Se retiró la grasa visible y se procedió a cortar cada músculo de forma transversal a la longitud de las fibras en 18 rebanadas de 0.5 pulgadas de espesor para posteriormente ser empaquetadas al vacío y someterse al tratamiento de ultrasonido en inmersión a 25°C. Se aplicaron tres tratamientos de ultrasonido (0, 60 y 90 min) una sola vez en todo el experimento y seis períodos de almacenamiento (0, 2, 4, 6, 8 y 10 días a 4°C). Se asignaron seis rebanadas para cada tratamiento, correspondiendo una rebanada para cada periodo de almacenamiento. Los tratamientos investigados fueron 1) 60 min = carne tratada con ultrasonido por 60 min, 2) 90 min = carne tratada con ultrasonido por 90 min, 3) 0 o control = muestra no tratada con ultrasonido. Las muestras se expusieron una sola vez a las ondas de ultrasonido en un aparato de la marca Branson mod. 1510 de 40 kHz de frecuencia y 60 W/cm² de intensidad utilizando agua tridestilada como medio de difusión. A cada tiempo de almacenamiento se retiró el empaque de la muestra y se procedió a evaluar las cargas microbianas de coliformes, mesófilos y psicrófilos en el exudado de la carne, después de cada muestreo la carne fue nuevamente empaquetada al vacío. Se uso agar MacConkey para coliformes y agar de métodos estándar para mesófilos y psicrófilos. Se uso la técnica de siembra por extensión de superficie, para el conteo se utilizó la técnica de conteo en placa (ICMSF, 2002). Los valores de crecimiento bacteriano se convirtieron a log₁₀ para posteriormente analizarse en un modelo que incluyó como efectos fijos el tiempo de exposición al ultrasonido, el tiempo de almacenamiento y tipo de microorganismo y

sus posibles interacciones para lo cual se utilizó el método de CONTRAST del paquete estadístico SAS (SAS, 2003).

Resultados y Discusión

No se observó diferencia ($P > 0.05$) en el crecimiento bacteriano por efecto del tiempo de almacenamiento pero sí por la aplicación de ultrasonido ya que todos los microorganismos presentaron una disminución significativa ($P < 0.05$) por tratamiento de ultrasonido tanto a 60 como a 90 min, siendo el tiempo de 90 min el que mostró mayor disminución en todos los tiempos de almacenamiento posteriores al tratamiento. Los microorganismos más afectados por el ultrasonido fueron los coliformes.

En el Cuadro se muestran los resultados para las bacterias mesófilas de los tratamientos. No se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) por el tiempo de almacenamiento pero sí se detectó diferencia ($P < 0.05$) por tratamiento de ultrasonido. En todos los tiempos de almacenamiento el tratamiento control mostró un mayor número de Unidades Formadoras de Colonia por mililitro (UFC/ml), ya que las muestras tratadas con ultrasonido arrojaron conteos de muy por debajo del tratamiento control. Lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Dolatowski y Stasiak (2002).

Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos de ultrasonido ($P < 0.05$) para el crecimiento de bacterias psicrófilas. La carne del tratamiento control (0 min de ultrasonido) presentó mayor crecimiento bacteriano que la carne tratada con ultrasonido, siendo el efecto mayor en las bacterias psicrófilas que en las mesófilas. Contrariamente Vilku *et al.* (2008) reportaron que el ultrasonido es un método eficiente para la extracción de diversos componentes de los alimentos, lo cual puede contribuir al crecimiento de las bacterias psicrófilas. En contraparte, Dolatowski y Stasiak (2002), en su estudio mencionan que en las muestras almacenadas en refrigeración, no presentaron una disminución importante de bacterias aun y cuando éstas fueron tratadas con ultrasonido. Con respecto a esto, algunos autores (Boerema *et al.*, 2007; Suárez *et al.*, 2008) señalan que algunos organismos psicrófilos crecen fácilmente en productos que son empacados al vacío y almacenados en refrigeración.

A pesar de estos resultados en el presente estudio se encontró que el efecto del ultrasonido fue permanente a lo largo de todo el tiempo de almacenamiento en refrigeración.

Como se mencionó anteriormente, los coliformes fueron las bacterias más afectadas ($P < 0.05$) por el tratamiento de ultrasonido en cada tiempo de almacenamiento. Nazari (2010) observó niveles de inhibición de *E. coli* de aproximadamente un 49% en jarabe de frutas. Sin embargo, cuando los jarabes se trataron con ultrasonido, la inhibición de este organismo aumentó a 81%. Drakopoulou *et al.* (2009) mencionan que el efecto del ultrasonido de alta intensidad sobre *E. coli* depende directamente de la temperatura a la que se lleva a cabo el experimento.

Conclusiones

El empleo de ultrasonido de potencia disminuye el crecimiento de bacterias Mesófilas, Psicrófilas y Coliformes Totales en carne de bovino almacenada a 4°C. Además, el uso del ultrasonido de alta intensidad presenta efectos inmediatos sobre la flora bacteriana de la carne. Esta técnica puede ser considerada como una alternativa para controlar el crecimiento de bacterias, Psicrófilas y Coliformes en carne de bovino en refrigeración. Se recomienda seguir investigando esta técnica para lograr su estandarización a nivel industrial ya que son muchas las variables que pueden influir en sus resultados, en general, el efecto del ultrasonido de alta intensidad depende directamente de la duración del tratamiento.

Literatura Citada

- Boerema, J., D. Broda, N. Penney, y G. Brightwell. 2007. Influence of peroxyacetic acid-based carcass rinse on the onset of "blown pack" spoilage in artificially inoculated vacuum-packed chilled beef. *J. Food Prot.* 70(6):1434-1439.
- Char, C. D., Mitilnaki, E., Guerrero, S. N., & Alzamora, S. M., 2010. Use of High-Intensity Ultrasound and UV-C Light to Inactivate Some Microorganisms in Fruit. *Food and Bioprocess Technology*. doi:10.1007/s11947-009-0307-7.
- Dolatowski, Z., y D. Stasiak. 2002. Bacterial contamination of meat and meat products after ultrasound treatment. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment* 1:55-65.
- Drakopoulou, S., S. Terzakis, M. S. Fountoulakis, D. Mantzavinos, y T. Manios. 2009. Ultrasound-induced inactivation of gram-negative and gram-positive bacteria in secondary treated municipal wastewater. *Ultrason. Sonochem.* 16:629-634.
- ICMSF, 2002 *Microorganisms in Foods 7. Microbiological Testing in Food Safety* Kluwer Academic/Plenum Publishers. E.U.
- McClements, D.J., 1995. Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing. *Trends Food Sci. Technol.*, 6: 293-299.
- Nazari, S. H. y W. Jochen. 2010. Evidence of antimicrobial activity of date fruits in combination with high intensity ultrasound. *African Journal of Microbiology Research* Vol. 4 (7), pp. 561-567.
- Piyasena, P., Mohareb, E., & McKellar, R. C. (2003). Inactivation of microbes using ultrasound: A review. *International Journal of Food Microbiology*, 87(3), 207-216.
- SAS. 2003. *Users Guide, versión 8.0*. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.
- Suárez, H., A. D. Francisco, y L. Beirao. 2008. Influence of bacteriocins produced by *Lactobacillus plantarum* lpbm10 on shelf life of cachama hybrid fillets *Piaractus rachypomus* x *Colossoma macropomum* vacuum packaged. *Vitae* 15(1).

CUADRO 1. MEDIAS DE LOS CUADRADOS MÍNIMOS (\pm ERROR ESTANDAR) PARA CRECIMIENTO DE COLIFORMES TOTALES, MESOFILOS Y PSICROFILOS EN MÚSCULO SEMITENDINOSUS DE BOVINO TRATADO CON ULTRASONIDO DE POTENCIA

Sonicado (min)	Almacenamiento (días)						Promedio
	0	2	4	6	8	10	
Coliformes Totales							
0	2.86 \pm 0.33	3.62 \pm 0.31	4.51 \pm 0.31	6.09 \pm 0.31	5.97 \pm 0.31	5.61 \pm 0.43	4.78 \pm 0.16
60	0.66 \pm 0.33	0.66 \pm 0.33	0.98 \pm 0.33	2.55 \pm 0.33	2.75 \pm 0.33	2.81 \pm 0.43	1.73 \pm 0.16
90	0.66 \pm 0.33	0.66 \pm 0.33	0.66 \pm 0.33	1.26 \pm 0.33	1.97 \pm 0.33	2.38 \pm 0.43	1.26 \pm 0.16
Mesófilos							
0	4.56 \pm 0.33	4.12 \pm 0.37	4.55 \pm 0.37	5.52 \pm 0.37	6.58 \pm 0.37	7.60 \pm 0.43	5.49 \pm 0.17
60	2.43 \pm 0.33	3.24 \pm 0.33	3.51 \pm 0.33	5.25 \pm 0.33	5.76 \pm 0.33	6.50 \pm 0.43	4.45 \pm 0.16
90	1.65 \pm 0.33	2.85 \pm 0.33	3.23 \pm 0.33	4.48 \pm 0.33	5.16 \pm 0.33	5.47 \pm 0.33	3.81 \pm 0.16
Psicrófilos							
0	3.84 \pm 0.33	4.29 \pm 0.33	4.42 \pm 0.33	5.72 \pm 0.33	6.27 \pm 0.33	6.73 \pm 0.43	5.21 \pm 0.16
60	0.66 \pm 0.33	1.55 \pm 0.33	2.10 \pm 0.33	3.67 \pm 0.33	3.88 \pm 0.33	4.51 \pm 0.43	2.73 \pm 0.16
90	0.66 \pm 0.33	0.66 \pm 0.33	0.92 \pm 0.33	2.37 \pm 0.33	3.14 \pm 0.33	3.23 \pm 0.43	1.83 \pm 0.16

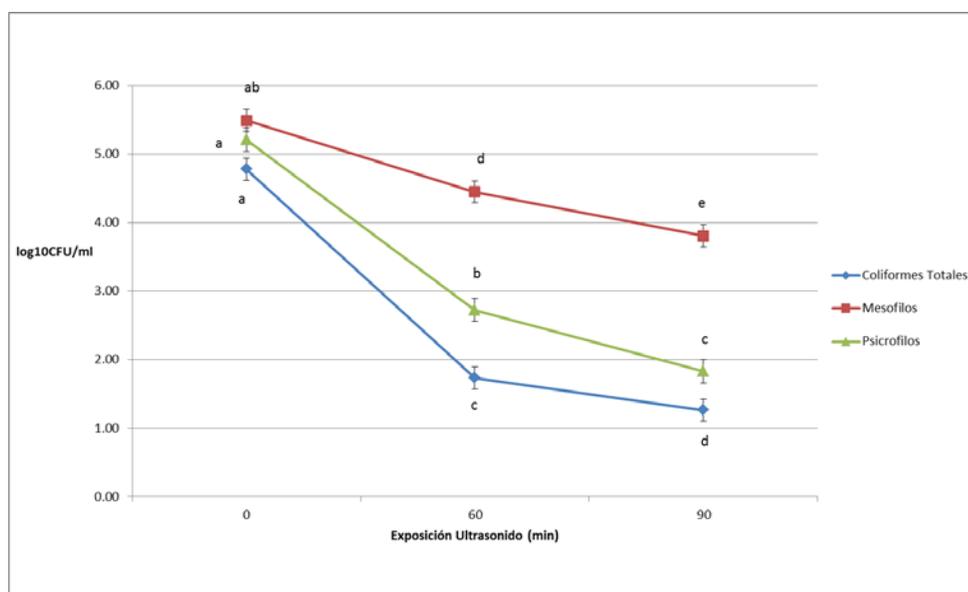


Figura1. Efecto del ultrasonido de potencia sobre el crecimiento de microorganismos en músculo *Semitendinosus* de bovino. Literales distintas en cada tiempo de exposición indican diferencias significativas $P < 0.05$ entre microorganismos.

**PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE UN HATO DE GANADO PURO BAJO
CONDICIONES SEMIÁRIDAS DEL ESTADO DE ZACATECAS**

**PRODUCTIVE PARAMETERS OF A PURE CATTLE HERD UNDER SEMIARID
CONDITIONS IN ZACATECAS STATE**

Alejandro Castañeda¹, Héctor Gutiérrez^{1*}, Jesús O. Enríquez¹, Alberto Muro¹, Alonso A. Enríquez¹ y Francisco J. Gutiérrez¹

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas

Resumen

La falta de valores productivos reportados en ganado bovino bajo condiciones de agostadero limita la evaluación comparativa de los hatos. El objetivo de este trabajo de investigación es caracterizar parámetros productivos de un hato de ganado puro bajo condiciones semiáridas del estado de Zacatecas. Se utilizaron 9,511 datos de animales registrados durante los años 1999 – 2009, los datos incluyeron la identificación de la vaca y la cría, sexo de la cría, raza de la vaca y la cría, peso y fecha de nacimiento, peso y fecha de destete, peso y fecha de pesaje al año. Para evaluar los datos registrados se calcularon y compararon las medias (LSM) de las variables tomando como efecto mayor el año, para lo cual se utilizó el paquete estadístico SAS ®. Los valores de los intervalos de las variables en estudio son los siguientes: PN=29.08 – 31.57 kg, PD=193.46 – 279.29 kg, PAD=160.59 – 228.29 kg, DD=204 – 284 días, GDP=0.74 – 1.11 kg, DA=319 – 388 días, PA=227.74 – 377.14 kg y PAA=228.1 – 364.26 kg. El factor año afectó significativamente a las variables antes mencionadas con una $P < 0.0001$. Los resultados muestran que los parámetros productivos obtenidos en ganado puro bajo condiciones de agostadero en clima semiárido, se apega a los rangos de la raza.

Palabras clave: parámetros productivos, zonas semiáridas, ganado bovino, comportamiento productivo

Abstract

The absence of productive parameters reported on beef cattle under semiarid grassland conditions decrease the comparative evaluation of the herds. The aim of this research is to characterize genetic parameters of pure cattle herd in semiarid conditions in the Zacatecas state. 9,511 data recorded during the period of 1999 – 2009 were used such consist of identification number of the cow and calf, sex of calf, breed of cow and calf, weight and date of birth, weight and date of weaning weight and date and yearling weight. Least square means (LSM) were calculated and compared using as a main effect the year, computed by the SAS program. To evaluate the recorded data was used statistical package SAS ®. The values of the intervals under study are as follows: PN=29.08 – 31.57 kg, PD=193.46 – 279.29 kg, PAD=160.59 – 228.29 kg, DD=204 – 284 days, GDP=0.74 – 1.11 kg, DA=319 – 388 days, PA=227.74 – 377.14 kg y PAA=228.1 – 364.26 kg. The factor year affect significantly the above variables with a $P < 0.0001$. Results showed that productive parameters obtained on pure breed beefcattle under semiarid grassland conditions are similar to those parameters reported by the breed.

Introducción

En la empresa ganadera es importante llevar registros productivos, estos permiten saber el estado productivo actual del hato. En base a esto, se puede saber si se cumplen con los objetivos de la empresa ganadera y tomar decisiones a tiempo que permitan mantener o mejorar su nivel de producción (Soto y Delgado, 2006). Los datos aumentan el conocimiento del ganadero con respecto a las deficiencias que existen en los animales, de esta manera se tienen los elementos para realizar una selección adecuada y mejorar la producción (Mena, 2010). Dada la estrecha relación que existe entre el nivel de nutrición, eficiencia reproductiva y productividad, un buen manejo del hato exige adecuar requerimientos nutritivos de las distintas categorías de animales. Para ello, se debe tener un conocimiento preciso de características del hato para ajustarlo a las posibilidades de alimento del rancho. Este tipo de ajuste se podría realizar con información que solo registros productivos, reproductivos y manejo de pastizal pueden dar, de esta forma se pueden tener mejoras en la producción a través de la planeación (Mena, 2010). Desde el punto de vista genético, el registro de datos sirve para identificar a individuos superiores si lo que se busca es lograr mayor producción (Mena, 2010). Con datos precisos y completos, se puede determinar cuáles parámetros del rancho son óptimos y cuales no. Un posible correctivo sería modificar, eliminar o implementar alguna práctica de manejo, reducir la carga animal, suplementar animales, vender animales improductivos, comprar animales de alto valor genético o evitar gastos innecesarios (Mena, 2010). El objetivo de este trabajo de investigación fue caracterizar los parámetros productivos de un sistema de ganado puro bajo condiciones semiáridas del estado de Zacatecas.

Materiales y Métodos

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el “Rancho Tula”, ubicado en el municipio de Guadalupe, Zacatecas teniendo las siguientes coordenadas: 22° 41´ 00’’ de latitud norte, 102° 38´48’’ de longitud oeste. El hato está conformado por vacas productoras de becerros, las hembras se utilizan para el reemplazo de vacas viejas o con problemas reproductivos, y los becerros son vendidos como sementales. El clima bajo el cual se encuentra el rancho es templado semiseco. La temperatura media anual es de 21.5°C. El rancho se encuentra a 2,272 msnm. La precipitación media anual en la región es de 450 mm, las lluvias se presentan durante los meses de junio a septiembre. Se utilizaron 9,511 datos de animales registrados durante los años 1999 – 2009, tales datos consisten en número de identificación de la vaca y la cría, sexo de la cría, raza de la vaca y la cría, peso y fecha de nacimiento, peso y fecha de destete, peso y fecha de pesaje al año, de las razas Hereford, Braford y Pardo Suizo. El diseño experimental que se utilizó fue bloques al azar, las variables evaluadas fueron peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD), peso ajustado al destete (PAD), días al destete (DD), ganancia diaria de peso (GDP), peso al año (PA) y peso ajustado al año (PAA), los datos se procesaron mediante un análisis de varianza con ayuda de la prueba de Tukey como prueba de poder, del paquete estadístico SAS 9.0.

Resultados y Discusión

Cuadro 1 Análisis de varianza entre el año y los parámetros genéticos

Variable	1999	2000	2002	2003	2004	2007	2008	2009	EEM	P
PN	31.40	31.53	31.57	29.08	30.12	29.36	29.14	29.39	0.06	<.0001
PD	221.59	223.72	279.29	263.16	210.75	197.06	193.46	226.07	1.24	<.0001
PAD	188.12	197.08	228.29	202.46	160.59	198.89	174.65	227.11	1.15	<.0001
DD	284.09	238.34	260.71	277.56	282.63	203.67	233.09	205.89	2.63	0.08
GDP	0.89	0.94	1.08	0.95	0.74	0.97	0.84	1.11	0.01	<.0001
DA	319.05	338.34	379.86	388.0	360.75	364.59	342.97	356.64	1.37	<.0001
PA	274.98	262.69	377.14	361.04	300.13	227.74	241.87	355.82	1.74	<.0001
PAA	309.50	281.2	364.26	343.62	304.23	228.1	256.91	363.56	1.01	<.0001

PP (Precipitación pluvial en mm) 1999= ; 2000= ; 2002= ; 2003= ; 2004=804.8; 2007=480.8; 2008=464; 2009=385.4; **PN**=Peso al nacimiento; **PD**=Peso al destete; **PAD**=Peso ajustado al destete; **DD**=Días al destete; **GDP**=Ganancia diaria de peso; **DA**=Días al año; **PA**=Peso al año; **PAA**=Peso ajustado al año; **EEM**=Error estándar de la media; **P**=Probabilidad.

El mayor valor para el PN se encontró en el año 2002 con 31.57 kg y el valor menor se encontró en el 2003 con un peso de 29.08 kg, la diferencia entre estos dos valores es de 2.49 kg, este valor se encuentra dentro del intervalo de las diferencias entre el mayor y menor valor encontrado en la literatura para el PN que va desde 2.00 – 4.80 kg (Rodríguez *et al.*, 2009, Arango *et al.*, 1999; Plasse *et al.*, 2002; Romero *et al.*, 2001; Gómez, 2003; Arias, 2007). El factor año es altamente significativo sobre el PD ($P < 0.0001$), lo cual coincide con lo reportado por Montes *et al.*, 2008. El valor mayor para el PD corresponde al año de 2002 con 279.2 kg y el valor menor se encontró en el año 2007 con 193.46 kg, la diferencia entre estos dos valores es de 85.83 kg. El factor año es altamente significativo sobre la variable PAD ($P < 0.0001$), este dato es similar con lo reportado por Montes *et al.* (2008), quien menciona una probabilidad significativa para dicha interacción ($P < 0.05$). El valor mayor encontrado para el PAD corresponde al año 2002 con 228.2 kg y el valor menor se encontró en el año 2004 con 160.59 kg, la diferencia entre estos dos valores es de 67.7 kg. El factor año sobre la variable DD no es significativa ($P 0.8$). El factor año es altamente significativo para la variable GDP ($P < 0.0001$). El mayor valor encontrado para dicha interacción fue en el año 2009 con 1.11 kg/día y el valor menor fue en el año 2004 con 0.74 kg/día, la diferencia entre estos dos valores es de 0.37 kg/día. El factor año afecta con un alto nivel de significancia a la variable DA ($P < 0.0001$). El mayor valor para la variable DA fue encontrada en el año 2003 con 388.0 días y el valor menor fue encontrado en el año 1999 con 319.05 días, la diferencia entre estos dos valores es de 68.95 días. El factor año es altamente significativo para la variable PA ($P < 0.0001$), este dato comparado con el de Gary *et al.* (1969) quien también describe la misma interacción en un estudio utilizando ganado de raza Angus y Hereford, es similar ($P < 0.01$). El mayor valor encontrado para dicha interacción fue en el año

2002 con 377.14 kg y el valor menor se encontró en el año 2007 con 227.74 kg, la diferencia entre estos dos valores es de 149.4 kg. El factor año afecta significativamente a la variable PAA ($P < 0.0001$). El mayor valor corresponde al año 2002 con 364.26 kg y el valor menor corresponde al año 2007 con 228.1 kg, la diferencia entre estos dos valores es de 135.46 kg.

Conclusiones

El año afectó significativamente a las variables PN, PD, PAD, GDP, DA, PA y PA, excepto los DD. El año que tuvo los parámetros genéticos más altos comparados con los demás años fue el 2002.

Literatura Citada

- Adamiak, S.J., K. Mackie, R.G. Watt, R. Webb and K.D. Sinclair. 2005. Impact of nutrition on oocyte quality: cumulative effects of body composition and diet leading to hyperinsulinemia in cattle. *Biology of Reproduction* 73(5): 918–926.
- Ahuja, C., F. Montiel, R. Canseco, E. Silva and G. Mapes. 2005. Pregnancy rate following GnRH + PGF 2α treatment of low body condition, anestrus *Bos taurus* by *Bos indicus* crossbred cows during the summer months in a tropical environment. *Animal Reproduction Science* 87(3): 203-213.
- Alenda, R. Martin, T. G. Lasley, J. F. y M. R. Ellersieck. Estimation of Genetic and Maternal Effects in Crossbred Cattle of Angus, Charolais and Hereford Parentage. I. Birth and Weaning Weights. *J. ANIM. SCI.* 1980, 50:226-234.
- Balbuena, O. 2010. El destete. *Revista Producción animal. INTA.*
- Bavera, G. A. Escala de tamaño, estructura corporal o frame score. *Rev. Producción animal.* 2005.
- Bishop, D.K., R.P. Wettemann and L.J. Spicer. 1994. Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. *J. ANIM. SCI.* 72(10): 2703-2708.
- Carrera, C. B. Schwentesius, R. R. Gómez, C. M. Olivares, P. R. Contribución al estudio de la ganadería bovina de carne: el caso de los distritos de Río Grande y Ojocaliente, Zacatecas, México. 2008. *Rev. Investigación científica*, Vol. 4, No. 3.
- Correa, O. A. y Uribe, V. L. La condición corporal como herramienta para pronosticar el potencial reproductivo en hembras bovinas de carne. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín* 63(2): 5607-5619. 2010.
- Cunningham, B. E. Magee, W. T. y Ritchie, H. D. Effects of Using Sires Selected for Yearling Weight and Crossbreeding with Beef and Dairy Breeds: Birth and Weaning traits. *J. ANIM. SCI.* 1987, 64:1591-1600.
- DeRouen, S.M., D.E. Franke, D.G. Morrison, W.E. Wyatt, D.F. Coombs, T.W. White, P.E. Humes and B.B. Greene. 1994. Prepartum body condition and weight influences on reproductive performance of first-calf beef cows. *J. ANIM. SCI.* 72(5): 1119-1125.
- Duffield, T. F. Rablee, A. R. y Lean, I. J. A meta – analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 91:1334–1346 doi: 10.3168/jds.2007-0607.

EFFECTO DE LA NIACINA, PROSTAGLANDINA D Y E EN LA MADURACIÓN *IN VITRO* DE OVOCITOS DE BOVINO SOMETIDOS A ESTRÉS POR CALOR

EFFECTS OF NIACIN AND PROSTAGLANDINS E AND D ON *IN VITRO* MATURATION OF OOCYTES UNDER HEAT STRESS

Laura E. Escobedo, Juan A. Grado, Javier Antillón, Octavio Martínez, Servando Rojas

Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua

Resumen

La producción *in vitro* de embriones ha sido una alternativa para mejorar la tasa de preñez y minimizar los efectos negativos del estrés calórico en bovinos. La maduración de ovocitos es un paso fundamental ya que tiene una influencia significativa en el número de embriones que llegan al estado de blastocisto. Se realizó un experimento para evaluar el efecto de 3 aditivos: Niacina (10 mM y 40 mM), Prostaglandina D (PGD) y Prostaglandina E (PGE), con dos niveles (10 μ M y 40 μ M cada una) en la maduración *in vitro* de ovocitos de bovino obtenidos de rastro, y dos temperaturas (38.5 °C y 42 °C), simulando estrés por calor durante 12 h en la etapa de maduración ($n=2800$). Se observó que los ovocitos madurados a 42°C con aditivos PGE y PGD, igualaron a los ovocitos control a 38.5 °C ($P>0.05$). Por lo que concluimos que los tratamientos con PGD (40 μ M) y PGE (10 μ M) pueden ser considerados para futuros experimentos que incluyan la producción *in vitro* de embriones, ya que tienen un efecto positivo en la maduración de ovocitos sometidos a estrés por calor.

Palabras clave: *in vitro*, bovino, maduración, estrés calórico

Abstract

In vitro production of embryos has been an alternative to improve the pregnancy rate and minimize the negative effects of heat stress in cattle. Oocyte maturation is a critical step because it has a significant influence on the number of embryos reaching the blastocyst stage. An experiment was conducted to evaluate the effect of 3 additives: Niacin (10 mM and 40 mM), prostaglandin D (PGD) and prostaglandin E (PGE), with two levels (10 mM and 40 μ M each), and two temperatures (38.5 °C and 42 °C) simulating heat stress for 12 h in the maturation stage ($n=2800$) on *in vitro* matured bovine oocytes obtained from a slaughterhouse. Oocytes cultured at 42 °C with PGE at 10 mM and PGD at 40 mM showed the same maturation rate as oocytes at 38.5 °C ($P>0.05$). We conclude that treatment with PGD (40 mM) and PGE (10 mM) may be considered for future experiments involving *in vitro* production of embryos, because they have a positive effect on the maturation of oocytes subjected to heat stress.

Introducción

El estrés calórico afecta negativamente los parámetros productivos en la industria lechera, reduce consumo de alimento en un 35%, la producción láctea en 40 a 50% (Collier y Beede, 1985), un 25% la tasa de preñez (Aréchiga, 2000), y la presentación de estros se reduce un 76-82% (Tatcher y Collier, 1986). La transferencia de embriones ha sido una alternativa para mejorar la tasa de preñez de un 11 al 20%, ya que la susceptibilidad de los embriones al estrés calórico disminuye conforme los embriones avanzan en su desarrollo (Edwards y Hansen, 1997). Al menos *in vitro*, el choque térmico induce la producción de radicales libres en el embrión, y uno de los retos más importantes es la termoprotección en embriones de estadio temprano que son más sensibles al

shock térmico (Paula-Lopes y Hansen, 2002), donde el uso de antioxidantes ha tenido resultados contradictorios, como se demostró en un estudio donde la adición al medio de cultivo de glutatión, glutatión éster, o taurina no protegieron contra el estrés térmico (Ealy *et al.*, 1995) y el uso de retinol confirió protección a ovocitos estresados en comparación con los controles. La utilización de niacina encapsulada para pasar el rumen en vacas lactantes, ayuda a la disipación de calor de la piel en vacas expuestas al estrés calórico, aumenta la tasa de sudoración y disminuye la temperatura corporal (Zimbleman *et al.*, 2007), a través de la inducción de vasodilatación periférica induciendo la liberación de prostaglandinas D (PGD) y E (PGE) en las células Langerhans de la piel (Zimbleman *et al.*, 2008), generando un gradiente de temperatura que favorece a la pérdida de calor de la piel hacia el ambiente. Estudios recientes demostraron que la adición de niacina PGD o PGD+PGE a células epiteliales de glándula mamaria expuestas a estrés calórico *in vitro*, alteran la expresión de mRNA de proteínas de shock térmico 27 (Hsp-27) y 70 (Hsp-70) (Zimbleman *et al.*, 2008). Por lo anterior, consideramos necesario evaluar los efectos de la Niacina, Prostaglandina D y E en ovocitos madurados *in vitro* sometidos a estrés calórico, como alternativa para fomentar la termotolerancia y mejorar la subsecuente producción *in vitro* de embriones de bovino.

Materiales y Métodos

Se procesaron ovarios de vacas adultas obtenidos de rastros y transportados al laboratorio dentro de 1-2 horas post sacrificio, en solución salina estéril 0.15 M a temperatura ambiente, aproximadamente de 22 a 25°C. Los complejos de ovocito-cúmulos (COCs, por sus siglas en inglés) fueron aspirados de folículos antrales de 2 a 8 mm de diámetro acoplados a un sistema al vacío. Se seleccionaron para maduración *in vitro*, ovocitos con más de 3 capas de células cumulares no expandidas, y citoplasma homogéneamente granulado; los COCs fueron lavados en medio químicamente definido tamponado con Hepes (CDM, por sus siglas en inglés) para el manejo de los ovocitos y una vez con medio de maduración. Cincuenta COCs fueron madurados por pozo, en platos de 4-posillos (Nuncclon, Roskilde, Denmark), conteniendo 1 mL de medio de maduración CDM con 0.5% FAF-BSA (Sigma A-6003), hormonas (15 ng/mL de FSH (NIH-FSH-S17; NIH, Bethesda, MD), y 1 µg/mL de estradiol-17β (Sigma E-2257)), 50 ng/µL EGF (Sigma E-9644) y 0.1 mM cisteamina, sin aditivos como control, además dentro del plato cada pozo contó con el medio de maduración mas un aditivo (Niacina, Prostaglandina D, o Prostaglandina E) y dos niveles de concentración (10 y 40 mM para niacina y 10 y 40µM para las prostaglandinas) teniendo 7 tratamientos por temperatura y 4 repeticiones, para un total de 2800 ovocitos madurados. Los ovocitos del grupo control fueron incubados a 38.5 °C con 5% CO₂ en aire por 23 h, mientras que los estresados fueron incubados en las mismas condiciones de gases a una temperatura de 42°C por 12 h para simular estrés por calor, posteriormente se cambiaron a 38.5 °C para completar 23 h de maduración y se procedió con la evaluación. Se evaluaron 50 ovocitos por pozo por tratamiento, mediante la inspección visual auxiliada por estereoscopio a un aumento de 2x, revisando la expansión de células cumulares de los ovocitos madurados caracterizada por una apariencia laxa y expandida.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó ajustando un modelo que incluyó los efectos fijos de tratamiento y temperatura, así mismo, se contrastaron las medias de la proporción de ovocitos expandidos por tratamiento mediante una prueba por el método “t” de Student.

Resultados y Discusión

Para los tratamientos con Niacina (Figura 1) no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre temperaturas (38.5 y 42 °C), con el grupo control sin aditivo y con presencia de aditivo.

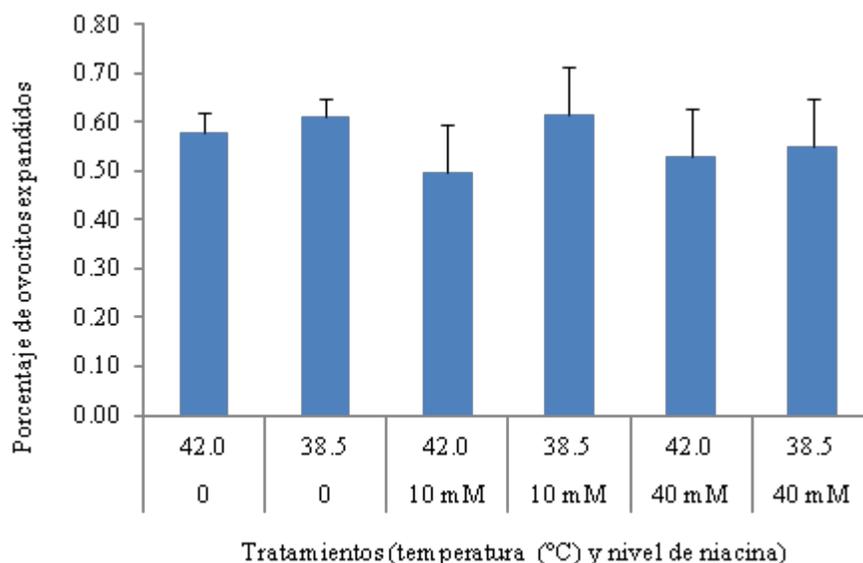


Figura 1. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar) para el porcentaje de maduración de ovocitos tratados con Niacina y sometidos a estrés por calor

Igualmente, no se encontraron diferencias ($P>0.05$) entre los dos niveles de Niacina (10m y 40Mm). Respecto a la Prostaglandina D (Figura 2) se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$) entre los grupos control a 38.5 °C (67.4 ± 4.0), a 42 °C (64.4 ± 4.0), y Prostaglandina D a 40 μ M y 42°C (40.0 ± 9.7), con los ovocitos a 42 °C con la concentración 10 μ M (40.0 ± 9.7). Para el grupo tratado con Prostaglandina E (Figura 3) no se encontraron diferencias significativas entre temperaturas, ni concentraciones ($P>0.05$). Rizos *et al.* (2002), demostraron que las condiciones de maduración *in vitro* tiene una influencia significativa en el número de embriones que llegan al estado de blastocisto. Así mismo, indican que las condiciones del cultivo *in vitro* tienen un papel primordial para determinar la calidad de los blastocistos. Zimbleman *et al.* (2007) plantean que la Niacina confiere efectos protectivos mediante el incremento en la producción de Proteínas de choque térmico (Hsp) a nivel celular. Kozawa *et al.* (2001) demostraron que la Prostaglandina D incrementa la Hsp27 en osteoblastos, y la Prostaglandina E incrementa la expresión de Hsp-27 y 70 en células epiteliales mamarias *in vitro*. Las tasas de maduración obtenidas son similares a las reportadas por Liu *et al.* (2008), los cuales suplementaron el medio de maduración con Nicotina y obtuvieron tasas del 26-86% dependiendo de la dosis, así mismo nuestros resultados concuerdan con los de Lawrence *et al.* (2004) que demostraron que la adición de un aditivo (Retinol) como termoprotector, previene las reducciones causadas por el estrés calórico. En este experimento la Prostaglandina D mostró una mejora significativa y dosis dependiente en la tasa de maduración de los ovocitos a 42 °C respecto a los normotérmicos. Así mismo, la Prostaglandina E y la Niacina demostraron tasas de expansión uniformes entre los controles a 38.5 °C y estresados.

Conclusiones

Se concluye que el uso individual de Prostaglandina E (10 μ M) y Prostaglandina D (40 μ M) en medios de maduración de ovocitos de bovino *in vitro* impiden la baja en la tasa de maduración (dada por expansión) atribuida al estrés por calor, en células altamente sensibles, lo cual es de suma importancia para la producción de blastocistos de buena calidad.

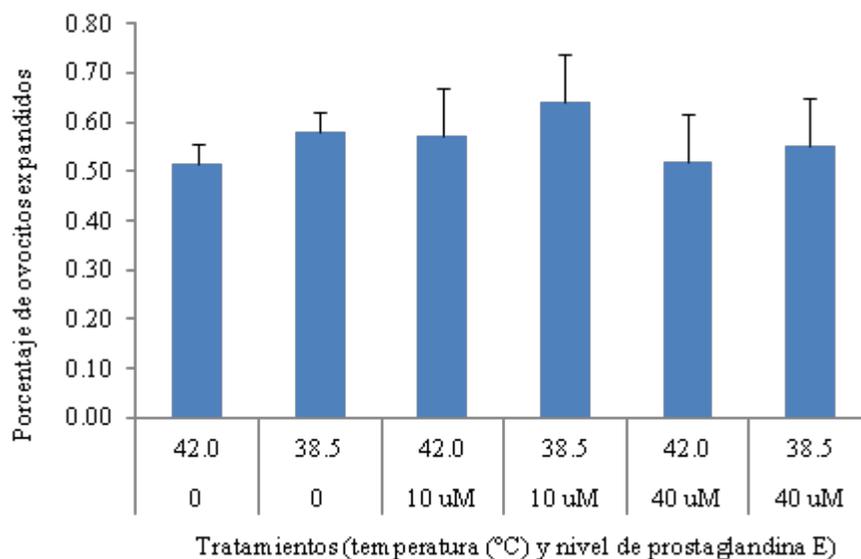


Figura 2. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar) para el porcentaje de maduración de ovocitos tratados con Prostaglandina E y sometidos a estrés por calor.

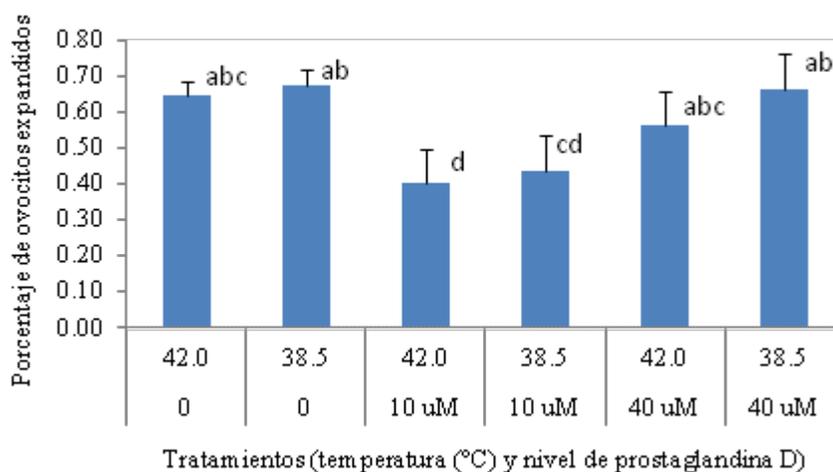


Figura 3. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar) para el porcentaje de maduración de ovocitos tratados con Prostaglandina D y sometidos a estrés por calor.

^{a, b, c, d} Literales distintas denotan diferencia significativa ($P < 0.05$)

Literatura Citada

- Aréchiga F.C.F. 2000. Efectos adversos del estrés calórico en la reproducción del ganado bovino. En Hernández Cerón J Editor. *Mejoramiento Animal: Reproducción*. México (DF). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 135-50.
- Collier R.J., and Beede D.K. 1985. Thermal stress as a factor associated with nutrient requirements and interrelationships. In *Nutrition of Grazing Ruminants*. (ed) by L. McDowell. Academic Press, New York, NY. pp 59-71.
- Ealy A.D., Howell J.L., Monterroso V.H., Aréchiga C.F., and Hansen P.J. 1995. Developmental changes in sensitivity of bovine embryos to heat shock and use of antioxidants as thermoprotectants. *J. Anim. Sci.* 73:1401-7.
- Edwards J.L., and P.J. Hansen. 1997. Differential responses of bovine oocytes and preimplantation embryos to heat shock. *Mol. Reprod. Dev.* 46:138-45.
- Kozawa, O., T. Otsuka, D. Hatakeyama, M. Niwa, H. Matsuno, H. Ito, K. Kato, N. Matsui and T. Uematsu. 2001. Mechanism of prostaglandin D2 -stimulated heat shock protein 27 induction in osteoblasts. *Cellular Signalling* 13:535-541.
- Liu Y., Li G.P., Rickords L.F., and White K.L. 2008. Effect of Nicotine on in vitro maturation of bovine oocytes *Anim Reprod Sci.* 103:13-24.
- Paula-Lopes F.F., and P.J. Hansen. 2002. Heat-shock induced apoptosis in bovine preimplantation embryos is a developmentally-regulated phenomenon. *Biol. Reprod.* 66:1169-77.
- Rizos D, Ward F, Duffy P, Boland M.P, Lonergan P. 2002. Consequences of bovine oocyte maturation, fertilization or early embryo development in vitro versus in vivo: Implications for blastocyst yield and blastocyst quality. *Mol Reprod Dev.* 61:234-248.
- Thatcher W.W, and Collier R.J. 1986. Effects of climate on bovine reproduction. In: D. A. Morrow (Ed.) *Current Therapy in Theriogenology* 2. pp 301-9. W. B. Saunders, Philadelphia.
- Zimbleman R.B, Muumba J, Hernandez LH, Wheelock JB, Shwartz G, O'Brien M D, Baumgard LH, y Collier RJ. 2007. Effect of encapsulated niacin on resistance to acute thermal stress in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 86(Suppl. 1):231.
- Zimbleman R.B, Collier J.L, Abdallah M.B, Collier R.J. 2008. Effect of Niacin and Prostaglandins D and E on Heat Shock Protein Gene Expression in Bovine Mammary Epithelial Cells In Vitro. *The FASEB Journal* 22:1104-7.

**PROYECTO GOLDEN-PRO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE NITROGENO NO
PROTEICO PARA LA ALIMENTACION EN RUMIANTES**

**GOLDEN-PRO DRAFT A NEW ALTERNATIVE FOR NON- PROTEIN
NITROGEN FOR FOOD IN RUMINANTS**

Espinoza, Prieto J.R.¹, Dominguez, Diaz D.¹, Aranda, Gutierrez, H.¹, Quintana Martinez
R.M.¹,

¹ *Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Perif.Fco.R.
Almada km.1 Chihuahua, Chih. Mex. Email: jespinoza@uach.mx (1)*

Resumen

El objetivo de este reciente trabajo es presentar una alternativa para la alimentación de rumiantes mediante la utilización de una fuente de nitrógeno no proteico desarrollado por la Empresa Insta Pro International y Triple “F” en los E.U.A. mediante la extrusión de urea, junto con el almidón del maíz, bentonita de sodio y otros ingredientes. Sabemos que más del 60 % de los costos de producción en cualquier explotación animal es la alimentación y que el ingrediente más caro es la proteína; los altos precios de la pasta de soya, de la harinolina, canola y otras oleaginosas; nos obligan a buscar fuentes alternativas para proveer proteína a las dietas y aprovechar su capacidad de rumiantes para sintetizar aminoácidos a partir de fuentes nitrogenadas no proteicas. Insta Pro ha patentado desde hace más de dos décadas esta mezcla con el nombre comercial en E.U.A. como proteína dorada o “Golden Pro”; en otros países donde están instalados los equipos de extrusión desarrollados por esta empresa producen y comercializan este producto poco conocido en México; y que pudiera ser en un corto plazo una gran alternativa para reducir costos por concepto de la alimentación y enfrentar la crisis que enfrenta el sector ganadero.

Abstract

The aim of this recent work is to present an alternative for ruminants using a non-protein nitrogen source developed by the Company Urges Pro International and Triple "F" in the United States by extrusion of urea, together with maize starch, sodium bentonite and other ingredients. We know that over 60% of production costs on any farm animal food and the most expensive ingredient is protein, the high prices of soybean meal, cottonseed meal, canola and other oilseeds; it necessary to seek alternative sources to provide protein to the diets and tap into their ruminants to synthesize amino acids from non-protein nitrogen sources. Calls Pro has patented more than two decades this mixture under the trade name in the United States as protein or golden "Golden Pro", in other countries where they install the extrusion equipment developed by the company producing and marketing this product little known in Mexico, and could be in a short time a great alternative to reduce costs by way of food and address the crisis facing the livestock sector.

Introducción

La Empresa Triple “F” en Iowa en E.U.A. se dedica a ofrecer soluciones en nutrición animal desde 1960, después constituyen una nueva compañía “Insta-Pro international” para fabricar y desarrollar equipos para la extrusión de la soya, principalmente para la alimentación de cerdos y aves; tiempo después perfeccionó con sus investigadores y expertos una fuente alterna de proteína proveniente de nitrógeno no proteico a través de la urea con el nombre de “Golden Pro” o proteína dorada para las dietas de rumiantes con la finalidad de reducir los altos costos de producción por concepto de la alimentación.

Sabemos que la urea es utilizada para la formulación de raciones de bovinos, pero por su rápida asimilación y desdoblamiento dentro del rumen se maneja con una restricción para no ocasionar toxicidad o muerte por nitratos y nitritos en la sangre de los animales.

Entre las reglas que se manejan para la formulación de dietas con urea son las siguientes:

1) No más de 1/3 del total de nitrógeno en la ración, o lo que equivale a 1.5 % de urea granulada del total de la ración.

2) No más del 1 % del nitrógeno no proteico de la dieta.

Desde hace muchos años se utiliza a discreción como ingrediente para las engordas de bovinos en corral y suplementación para becerros en praderas irrigadas. En ocasiones se utiliza en ganado lechero sin conocer los valores potenciales de fermentación de la urea (PFU) para cada alimento de la dieta.

Materiales y Métodos

Que es el Golden Pro: Es una Proteína para rumiantes elaborada con la combinación de premezclas de bentonita de sodio, urea, almidón de grano, y otros insumos procesada en la Extrusora Insta Pro desarrollada por “Triple F” Inc. En este proceso, fricción y presión producen calor lo cual gelatiniza y expande las células del almidón, encapsulando la mezcla de bentonita de sodio y urea en un producto proteína-energía para rumiantes. El producto se enfría y se reduce el tamaño de las partículas para usarlo como fuente de proteína en bloques, cubos o suplementos peletizados.

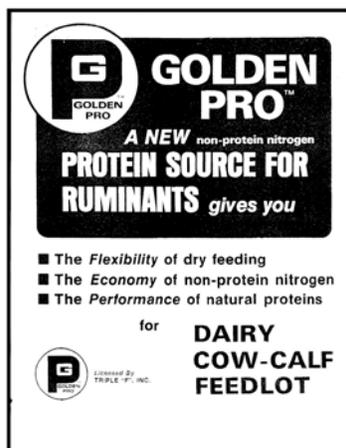


Figura no.1 Etiqueta como se comercializa
El Golden Pro en E.U.A.



La unidad que se muestra incluye un alimentador vertical, una Cortadora de frecuencia AC, y un montaje con brazo oscilante.

Figura No.2 Extrusora de Insta-Pro para producir Golden Pro

Resultados y Discusión

Entre **los beneficios** que ofrece el Golden Pro para la alimentación de rumiantes podemos citar:

1.-Liberación de amoníaco controlada. El proceso único para elaborar Golden pro disminuye la liberación de amoníaco para que los animales lo puedan convertir en proteína microbial de una manera más eficiente. Ya que si se libera demasiado rápido, el amoníaco adicional se elimina como desperdicio por el animal antes de que se pueda convertir en proteína microbial.

2.-Fuente de energía de alta calidad. El Golden Pro suministra una fuente de energía excelente en forma de almidón parcialmente gelatinizado. Esto está fácilmente disponible a los microorganismos del rumen y provee la energía que no provee el nitrógeno no proteico.

3.-Palatabilidad. Se puede utilizar el Golden Pro tanto en ganado bovino de carne, como lechero como la única fuente de proteína. Es de una palatabilidad excelente, y funciona muy bien en suplementos.

4.-Propiedades Físicas: Debido al proceso de elaboración provee nitrógeno no proteico en forma seca, buen manejo físico.

5.-Rendimiento comprobado: Resultados de pruebas bajo condiciones controladas comprueban que en raciones que utilizan Golden Pro como la fuente de Proteína se comportan igual que las raciones que utilizan proteína natural. Informes completos disponibles a petición de "Triple F".

6.-Proteína a buen Precio: con los altos costos actuales de las proteínas naturales, las fuentes de nitrógeno no proteico deben de usarse en mayores cantidades y aprovechar la capacidad de los rumiantes. Con Golden Pro es posible formular raciones para rumiantes utilizando solamente el nitrógeno no proteico como la proteína suplementaria. El Golden

Pro se compara favorablemente a las proteínas vegetales en cuanto a rendimiento provee el nitrógeno necesario para la proteína microbiana con menos desperdicio y eficiencia.

NUTRIENTES	
DRY MATTER %	91.40
ME Mcal / Kg	2.53
Nem Mcal / Kg	1.57
Neg Mcal / Kg	1.04
NE (LACT)	1.48
TDN %	64.00
PROTEIN %	68.00
BY PASS PRO %	2.78
FIBER %	1.46

Tabla No.1 Análisis de Golden Pro proporcionado por Triple “F”

Como utilizar el Golden Pro en rumiantes:

Este esquema de manera sencilla señala como animales rumiantes utilizan el Golden Pro: cuando el Golden Pro entra en la panza la fracción de nitrógeno se convierte en amoníaco y la fracción de carbohidratos, o almidón gelatinizado, se convierte en ácidos grasos. Luego los microorganismos utilizan el amoníaco y ácidos grasos para producir proteína microbiana. Esto se transporta en abomaso, o estomago verdadero, donde se descompone a amino ácidos y se absorbe y utiliza. Sin embargo se recomienda hablar con su asesor en nutrición Animal para prevenir la ocurrencia de toxicidades.

Las investigaciones desarrolladas por Insta Pro Normalmente recomiendan 2 lb. Por animal por día. El cual se debe de suministrar como ingrediente de la dieta normal de Bovino, es decir con grano y forraje; y no ofrecerlo como un alimento único, ya que este puede ser tóxico para el animal.

Otras Compañías han aprovechado los beneficios de la urea en la alimentación de rumiantes como es el caso de Alltech con el producto de optigen II, donde la urea es protegida con un polímero biodegradable para hacer su tránsito más lento en el rumen para ser más asimilable y menos tóxico, ofreciendo una fuente de proteína del 274 %.

PRODUCTO	CONTENIDO	PRECIO	COSTO POR
	DE PROTEINA	POR TON	KG DE PROTEINA
GOLDEN PRO	60%	\$ 4,850.00	\$ 8.06
HARINOLINA	43%	\$ 5,950.00	\$ 13.82
PASTA DE CANOLA	36%	\$ 6,020.00	\$ 16.72
PASTA DE SOYA	47%	\$ 7,980.00	\$ 16.98

Tabla No.2 Comparativo de precios de Golden Pro y proteínas de origen vegetal (junio, 2012)

Conclusiones

Se puede utilizar el Golden Pro como un ingrediente en las dietas de rumiantes para abaratar los costos por concepto de alimentación pero con el debido cuidado en el manejo para no provocar toxicidad o mortalidad en los animales.

La Empresa Insta Pro International es la propietaria de la patente para producir y comercializar el Golden Pro con presencia de distribuidores y agentes en los cinco Continentes, y como parte del servicio que ofrecen a sus clientes en el mundo, es la asesoría para la elaboración, como utilización del Golden Pro. (Para mayores informes se recomienda visitar la página web: www.insta-pro.com).

Entre **las ventajas** que se pueden enumerar del Golden pro son las siguientes:

- 1) Como materia prima como fuente de proteína para abaratar costo en formulaciones de ganado lechero y ganado de Carne, opcional en ovinos. Abaratar el costo de la proteína en más de un 18 %.
- 2) Venderla como materia prima al mercado como fuente de proteína alternativa para rumiantes. Donde se puede peletizar o utilizar como ingredientes para la elaboración de blocks para suplementar el ganado en agostadero.
- 3) Como fuente de proteína para las premezclas de ganado Lechero y de carne que actualmente se están elaborando en base a Urea.

Como **inconvenientes**:

Es un proyecto a desarrollar a mediano o/a largo plazo, a pesar de que no se tiene competencia en el Mercado es necesario generar investigación, educar, capacitar y desarrollar el producto en el sector agropecuario; donde el principal reto a vencer es la ignorancia y el desconocimiento sobre este producto, pero tomando en cuenta los altos costos actuales de las proteínas naturales, la sequía, es necesario buscar alternativas para la reducción de costos principalmente en la alimentación de los animales.

Es posible utilizar este mismo principio para la elaboración del Golden Pro, para aprovechar mejor la pollinaza y otros subproductos que se utilizan en el mercado.

Es necesario trabajar conjuntamente investigadores mexicanos, con expertos de Triple “F” y de Insta-Pro International para introducir esta nueva opción en la nutrición de rumiantes en México; entre los estímulos que ofrecen estas dos empresas en nuestro país podemos mencionar:

- 1) Ofrecen la patente para comercializar una marca en México de un producto exitoso en otros países.
- 2) Desarrollar una nueva opción para comercializar una fuente alternativa de proteína de bajo costo para rumiantes. (Algo poco conocido para el mercado).
- 3) El proceso de extrusión es muy simple para los que estas acostumbrados a elaborar alimentos para Pet Food o acuacultura.
- 4) Se tiene ya personal capacitado en el proceso de la fabricación de Golden Pro, donde se pueden utilizar otros granos disponibles en el mercado.
- 5) Se puede generar proyectos de investigación en forma conjunta con Insta Pro y Triple “F”.
- 6) Ofrece Insta Pro más información de investigación y resultados obtenidos con el Golden Pro por Texas A & M y Iowa State University a los interesados en adquirir su equipo y tecnología.

Literatura Citada

- Conrad, H.R., and Hires, J.W. 1968. Nitrogen utilization by the ruminant appreciation of Its nutritive value. J. Dairy Sci., 51:276-286.
- Freitag, R. R., Smith, W. H. and Beeson, W. H. 1968. Factors related to the utilization of Urea vs. protein nitrogen supplemented diets by the ruminants. J. Anim.Sci., 27: 478-483.
- Oltjen, R. R. 1969. Effects of feeding ruminants non-protein nitrogen as the only nitrogen. Source. J. Animal Sci., 28: 673-682.

**FACTORES DE RIESGO PARA UN REINICIO TARDÍO DE LA ACTIVIDAD
OVULATORIA POST-PARTO EN VACAS DEL SISTEMA DE LECHERÍA FAMILIAR
EN JALISCO**

**RISK FACTORS FOR A LATE ONSET OF POSTPARTUM OVULATORY ACTIVITY IN
COWS OF FAMILIAR DAIRY FARMS IN JALISCO**

Eliab Estrada¹, Fernando Villaseñor¹, Héctor R. Vera², Luís J. Montiel², Mario A. Espinosa²,
Eugenio Villagómez-Amezcuca³, José F. De La Torre¹.

¹CE Centro Altos de Jalisco - INIFAP, ²CENID Fisiología y Mejoramiento Animal - INIFAP, ³CENID
Microbiología - INIFAP. estrada.eliab@inifap.gob.mx.

Resumen

El objetivo fue determinar los factores de riesgo para un reinicio tardío de la actividad ovulatoria post-parto en vacas bajo el sistema de lechería familiar en Jalisco. Se utilizaron 183 vacas (de cinco establos) a las cuales se les estimó la ocurrencia de su primera ovulación (PO) mediante la concentración sanguínea de progesterona. El nivel de corte para indicar PO tardía, se estableció considerando el valor de PO en el tercer cuartil de su distribución (≥ 40 días). Se realizó un análisis de regresión logística multivariada en donde se incluyó la PO como variable de respuesta y la época de parto, tamaño de hato, rutina de ordeña, alimentación, número de partos, tipo de parto, retención placentaria, condición corporal (CC) al parto, cambios de CC y producción de leche como factores. Se observó mayor probabilidad de presentar una ovulación tardía durante la época de secas ($P < 0.01$), cuando las vacas no consumieron ensilaje de maíz ($P < 0.01$), en establos grandes ($P < 0.01$), en vacas pariendo con baja CC ($P < 0.05$), con baja producción ($P < 0.01$) y con retención placentaria ($P = 0.09$). Es necesario mejorar las prácticas de manejo en el proceso de alimentación de los establos del sistema. Así mismo, se debe tener un monitoreo constante de la respuesta animal a la alimentación, que permita identificar problemas y realizar medidas correctivas que mejoren la condición corporal de las vacas al parto, disminuyan los problemas en el peri-parto e incrementen los niveles de producción de leche, lo cual a su vez, contribuirá a evitar un retraso del reinicio de las ovulaciones post-parto en las vacas.

Palabras clave: Sistema familiar, factores de riesgo, vacas, ovulación.

Abstract

The objective of this study was to determine the risk factors for a late onset of postpartum ovulatory activity in cows of familiar dairy farms in Jalisco. One hundred and eighty three cows were included to determine their first postpartum ovulation (FO) through the progesterone blood concentration test. The level to indicate late FO, was determined considering the value of FO in the third quartile of its distribution (≥ 40 days). A logistic regression multivariate analysis was performed, where FO was included as a response variable and the calving season, size of herd, milking routine, kind of feeding, parity, kind of calving, retained fetal membranes, body condition score (BCS) at calving, BCS changes and milk yield were included as factors. The risk of late ovulation was higher during the dry season ($P < 0.01$), when cows did not eat corn silage ($P < 0.01$), on big herds ($P < 0.01$), cows calving with slow body condition ($P < 0.05$), cows with a slow milk yield ($P < 0.01$) and with retained fetal membranes ($P = 0.09$). It is necessary to improve

the feeding process practices of the dairy herds of this system. Likewise, to have a constant monitoring of animal response that allows identify problems in order perform correctives actions that improve the body condition at calving of the cows, decrease peripartum problems and increase the milk yield, which will help to avoid a delay of onset of postpartum cows ovulations.

Key words: Familiar system, risk factors, cows, ovulation.

Introducción

En México se pueden distinguir tres sistemas de producción de leche: el de doble propósito, especializado y el de lechería familiar. A nivel nacional, Jalisco es el estado más representativo del sistema de lechería familiar y el que aporta un mayor porcentaje de la producción. En dicho estado, los establos se caracterizan por la incorporación de mano de obra familiar no asalariada, presentar niveles tecnológicos de medios a bajos, por utilizar la raza Holstein con niveles de producción de alrededor de 20 kg/vaca/día, condiciones semi-estabulación y alimentación basada en forraje de agostaderos, forraje de maíz de producción propia y alta dependencia de concentrados comerciales (Cervantes *et al.*, 2001). Se ha indicado que los establos bajo el sistema de lechería familiar presentan problemas en cuanto a eficiencia reproductiva y que uno de los más frecuentes en las vacas bajo dicho sistema, podría ser la presentación de un anestro posparto prolongado (Martínez *et al.*, 1997; Cuevas *et al.*, 2007). En un estudio reciente, se observó que las vacas del sistema familiar presentaron sus primeras ovulaciones en promedio a los 25 días post-parto, sin embargo un grupo de éstas (15 %) no había presentado su primera ovulación al día 60 post-parto (Estrada *et al.*, 2011). El retraso en el reinicio de la actividad ovulatoria posparto, está asociado a una reducida tasa de concepción y a un prolongado intervalo parto concepción (Rhodes *et al.*, 2003) y por consecuencia en el desempeño reproductivo de las vacas a través de su vida productiva. En estudios realizados en establos lecheros del sistema intensivo y pastoreo, se ha determinado que el reinicio de la actividad ovulatoria puede ser afectado por factores de origen ambiental (época del año y clima), de manejo del hato (tipo de alimentación, higiene de la ordeña, entre otros) o asociados a las condiciones del animal (condición corporal al parto, pérdida de condición corporal, enfermedades del peri-parto, producción de leche, número de partos, entre otros; Rhodes *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2009). Sin embargo, información similar no ha sido descrita para el sistema familiar.

En cualquier sistema o subsistema de producción lechera, es de suma importancia tener monitoreados los eventos importantes que ocasionan que se reduzca la eficiencia reproductiva de las vacas, así como identificar los factores que puedan tener un efecto importante sobre dicha eficiencia, de tal manera que se puedan implementar medidas de prevención/corrección a tiempo y de acuerdo a las condiciones de cada sistema (Vera *et al.*, 2009). La escasa información existente en establos bajo el sistema de producción familiar en Jalisco y en general en el país, no permite realmente determinar que factores están influyendo sobre el retraso en la presentación de las primeras ovulaciones post-parto. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar los factores de riesgo para un reinicio tardío de la actividad ovulatoria post-parto en vacas bajo el sistema de lechería familiar en Jalisco.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en los municipios de Tepatitlán de Morelos y San Ignacio Cerro Gordo, ubicados en la cuenca lechera de la región de Los Altos de Jalisco. En el área de estudio el clima es templado subhúmedo con temperatura media de 18.3 °C y precipitación de 890 mm distribuida

entre Junio y Septiembre (Ruíz *et al.*, 2003). Se monitorearon cinco establos (A, B, C, D y E) con 25, 70, 80, 25 y 80 vacas en ordeña, respectivamente y con características representativas de lo que predomina en el sistema familiar (Cervantes *et al.*, 2001). Estratégicamente se incluyeron en el estudio, los partos que correspondían a la época de lluvias (Junio - Septiembre de 2009) y a la época de secas (Enero - Abril de 2010). En los establos B, D y E la alimentación era a base de pastoreo, rastrojo de maíz con grano y concentrado comercial ofrecido durante la ordeña (SEN); para los establos A y C, igual alimentación que los anteriores más ensilaje de maíz ofrecido en una ración mezclada manualmente después de la ordeña (CEN). Los establos A, C y E seguían más del 50 % de las prácticas de rutina de ordeño recomendadas (Buena) en la norma NMX-F-730-COFOCALEC-2008 y los establos B y D seguían menos del 50 % de estas recomendaciones (Mala).

El periodo experimental de cada vaca en estudio (n=183) comprendió desde el momento del parto hasta el primer servicio posparto. Durante dicho periodo se determinó la producción de leche (promedio de 25 litros de leche/vaca/periodo) en los días 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98 posparto, utilizando pesadores individuales tipo Waikato (Hamilton, New Zealand). Se determinó la condición corporal (CC) de las vacas, la cual fue calificada catorcenalmente por dos evaluadores, utilizando la metodología descrita por Ferguson *et al.* (1994). Los cambios de CC durante el posparto, se estimaron por diferencia entre la CC al momento del parto y el día 42 posparto (nadir del perfil de cambio de CC en la mayoría de las vacas que lo presentaron). A través de los registros que se llevaron durante el periodo experimental, en cada una de las vacas se determinó el tipo de parto (eutócico o distócico), si presentaron o no retención placentaria, así como el número de partos. Se consideró parto distócico cuando las vacas requirieron ayuda para parir y retención de placenta cuando ésta no pudo ser expulsada en las primeras 12 horas posparto. Para determinar el momento en que se presentó la primera ovulación post-parto (PO) se tomó como referencia la concentración sanguínea de progesterona, para lo cual se tomaron muestras de sangre de la vena coccígea de todas las vacas. Lo anterior se realizó dos veces por semana desde el momento del parto hasta los 90 días posteriores a éste. Las muestras fueron centrifugadas a 1400 gravedades por 15 minutos para la obtención de suero, el cual fue congelado a -20°C hasta su análisis en el laboratorio. La concentración sérica de progesterona se determinó mediante un radioinmunoanálisis utilizando un estuche comercial (DPC, Los Angeles Ca.), en donde la sensibilidad del ensayo fue de 0.03 ng/ml y el coeficiente de variación intra-ensayo e inter-ensayo fue de 4.1% y 8.2 %, respectivamente. Se consideró como evidencia de ovulación, cuando se presentaba una elevación de progesterona sérica ≥ 1 ng/ml independientemente de la duración de la fase lútea y el día del evento se fijó a 4 días antes de éste primer incremento en progesterona.

Las variables independientes evaluadas fueron la época de parto (Lluvias vs. Secas), el tipo de alimentación (SEN vs. CEN), el tamaño del hato (Chico < 50 vacas en ordeña vs. Grande > 50), la rutina de ordeña (Buena vs. Mala), el número de partos (1, 2 y ≥ 3), el tipo de parto (Eutócico vs. Distócico), retención placentaria (Con vs. Sin retención), la condición corporal al parto (Alta ≥ 3 puntos vs. Baja < 3), los cambios de condición corporal (Manteniendo vs. Perdiendo) y la producción de leche (Alta ≥ 25 Kg vs. Baja < 25 Kg). Para identificar los factores de riesgo que influyen en que las PO se lleven a cabo tardíamente después del parto, se realizó un análisis de regresión logística multivariada en donde la probabilidad de respuesta se modeló para un nivel alto (tardío), mediante la opción descending. El nivel de corte para indicar una PO tardía, se estableció considerando el valor de la variable en el tercer cuartil de su misma distribución (40

días post-parto). Las diferencias estadísticas con $P \leq 0.05$ y entre $P > 0.05$ y $P \leq 0.1$, fueron consideradas como significativas o como tendencia, respectivamente, para cada una de las variables independientes. Cuando se presentaron efectos significativos sobre las variables de respuesta, se les estimó el valor de la razón de grados de probabilidad (Odd-Ratio; OR) con intervalo de confianza del 95 % (IC), entre la presentación de la condición específica según los niveles de cada una de las variables explicativas y el presentarse la primera ovulación tardíamente. En todos los análisis se utilizó el paquete estadístico SAS (2006).

Resultados y Discusión

A los 40 días post-parto el 24.1 % de las vacas no había presentado su primera ovulación. De los factores incluidos en el estudio, solamente se encontraron diferencias estadísticas por efecto de la época de parto ($P < 0.01$), el tipo de alimentación ($P < 0.01$), el tamaño del hato ($P < 0.01$), la condición corporal al parto ($P < 0.05$), la producción de leche ($P < 0.01$) y una tendencia por efecto de la presencia de retención placentaria ($P = 0.09$). Se observó que las vacas que parieron en la época de secas vs. lluvias, tuvieron 4.4 veces (IC 95% ; 1.6 - 11.5) más probabilidad de presentar una ovulación tardía en el periodo post-parto (≥ 40 días). Es importante recordar que la base de la alimentación de las vacas en el sistema familiar, depende de la disponibilidad de forrajes en los potreros, del suministro de rastrojos, concentrados y en algunos establos, también de la utilización de ensilaje de maíz (Cervantes *et al.*, 2001); además generalmente no se realiza un balanceo de la dieta y/o ración. Lo anterior resalta la importancia que puede tener la falta de disponibilidad de forraje durante la época de secas como complemento en la alimentación de las vacas y que pudiera explicar el riesgo de ovulación tardía en ésta época del año.

Las vacas que no consumieron ensilaje de maíz vs. las que consumieron, tuvieron 5.7 veces (IC 95 %; 1.9 - 16.9) más probabilidad de presentar una ovulación tardía. Cabe señalar que en los establos SEN, el suministro de rastrojo y concentrado solamente se realizaba durante el tiempo que duraba la vaca en cada una de las dos ordeñas del día. Por el contrario, en los establos CE la ración se ofreció después de la ordeña, en una mezcla manual entre el rastrojo, concentrado y el ensilaje; manejo que pudo haber proporcionado más tiempo para consumir a las vacas, una ración mejor balanceada y a su vez, reflejar el efecto benéfico del ensilaje de maíz sobre la nutrición de las vacas. Dichos efectos asociados a una mejora en el proceso de alimentación, los cuales no estuvieron presentes en los establos SEN, pudieron haber influido en la presencia de un mayor riesgo de ovulación tardía de las vacas bajo ésta condición de manejo. En cuanto al efecto de tamaño de hato, las vacas de los establos con más de 50 vacas en ordeña, tuvieron 4.9 veces (IC 95 %; 1.4 - 17.0) más probabilidad de presentar una ovulación tardía, respecto a los que tenían < 50 . En los establos en donde se realizó el estudio, son los mismos integrantes de la familia los encargados de llevar a cabo todas las actividades, tanto agrícolas (preparación de suelo, siembra cosecha, etc) como del establo (ordeño, alimentación, etc.), por lo tanto es posible que este resultado se asocie a descuidos en algunos sub-procesos, como la alimentación o cuidados en el peri-parto, en los establos de mayor tamaño. Sin embargo, debido a que existe una amplia variación entre las características de manejo entre los establos del mismo sistema, sería necesario hacer un estudio más detallado para poder determinar acertadamente que condición de los establos de mayor tamaño están siendo determinantes para obtener los resultados del presente estudio.

Las vacas que parieron con una condición corporal baja (< 3 puntos) tuvieron 2.7 veces (IC 95 %; 0.97 - 7.8) más probabilidad de presentar una ovulación tardía, respecto a las vacas que parieron con una CC alta (≥ 3 puntos). Estos resultados concuerdan con lo observado en vacas bajo pastoreo con empadre estacional (Rhodes *et al.*, 2003) y ambos estudios destacan la importancia del estado de reservas corporales de los animales al momento del parto, sobre el reinicio de la actividad ovulatoria en el posparto. En cuanto a la producción de leche, las vacas con < 25 litros tuvieron 3.5 veces (95 %; 1.3 - 9.8) más probabilidad de presentar una ovulación tardía, respecto a las que produjeron más. En establos intensivos se ha observado que una mayor producción de leche de las vacas puede afectar el reinicio de la actividad ovulatoria posparto, sin embargo, dicho retraso ha sido asociado a que las vacas de éstos sistemas presentan un balance energético negativo profundo (Santos *et al.*, 2009); condición que al parecer las vacas del sistema familiar pueden presentar pero en menor grado (visualizado a través de los cambios de CC con pérdidas en promedio < 0.5 puntos) lo cual, no generó efecto alguno sobre la presentación de una ovulación tardía en el presente estudio ($P > 0.1$). Los resultados obtenidos en el presente estudio pudieran ser explicados por lo discutido por Santos *et al.* (2009), quienes sugieren el pronto reinicio de las ovulaciones en las vacas con mayor producción, por un lado pueden estar asociados a un mayor consumo de materia seca, consecuentemente un mejor estado energético en la lactancia temprana y por el otro, a que pudieron tener un mejor estado de salud durante el parto. Respecto a esto último, en el presente estudio se observó que las vacas que presentaron retención placentaria, tuvieron 2.3 veces (IC 95 %; 0.8 - 6.3) más probabilidad de presentar una ovulación tardía, respecto a las que no presentaron retención ($P = 0.09$).

Conclusiones

Se concluye que en los establos bajo el sistema de producción familiar en Jalisco, es necesario generar mejoras en el diseño de los programas de alimentación a través del año, en el balanceo de dietas y el suministro de las raciones. Así mismo, que se tenga un monitoreo constante de la respuesta animal que permita identificar problemas y realizar medidas correctivas para que las vacas lleguen al parto en una condición corporal ideal, se disminuyan los problemas en el parto e incrementen los niveles de producción de leche, lo cual a su vez, contribuirá a evitar un retraso en el reinicio de las ovulaciones post-parto.

Literatura Citada

- Cervantes, E.F., Santoyo, C.H., Álvarez, M. A. 2001. Lechería Familiar: Factores de éxito para el negocio: Primera Edición. México: Plaza Valdéz.
- Cuevas, R.V., Espinosa, G.J.A., Moctezuma, L.G., Jolalpa, B.J.L., Romero, S.F., Velez, I.A., *et al.* Diagnóstico y prospección de la cadena productiva de leche de vaca en el estado de Hidalgo: Diagnóstico y Prospección al año 2020. 2007. Libro técnico Núm. 2. INIFAP-CIRCENTRO.
- Estrada, C.E., Vera, A.H., Villaseñor, G.F., Villagómez, A.E., De La Torre, S.J.F., Espinosa, M.M.A., y Montiel, O.J. 2011. Reinicio de la actividad reproductiva posparto de vacas lecheras bajo el sistema semi-intensivo/familiar en Jalisco. XLVII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. León, Guanajuato, México. p107.
- Ferguson, J.D., Galligan, D.T., and Thomsen, N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77:2695–2703.
- Martínez, L.R., Salazar, G.G., Ramírez, V.F., Zorrilla, R.J. 1997. Perfiles reproductivos en hatos bovinos del sistema de lechería familiar. Memorias del XXXIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Veracruz, México. p 435.
- Rhodes, F.M., McDougall, S., Burke, C.R., Verkerk, G.A., Macmillan, K.L. 2003. Invited Review: Treatment of cows with an extended postpartum anestrous interval. *J. Dairy Sci.* 86:1876–1894.

2da Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción-2012
Mesa de Trabajo: Rumiantes Mayores

- Ruiz, C.J.A., González, A.I.J., Anguiano, C.J., Vizcaíno, V.I., Ibarra, C.D., Alcalá, G.J., Espinosa, V.S., Flores, L.H.E. 2003. Estadísticas climatológicas básicas para el estado de Jalisco (Periodo 1961-2000): Primera edición. Jalisco, México. Libro técnico Núm. 1. INIFAP-CIRPAC. p 162-163.
- Santos, J. E. P., Rutigliano, H. M. and Sá Filho, M. F. 2009. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. Anim. Reprod. Sci. 110: 207-221.
- Vera, A.H.R., Padilla, R.F.J., Jiménez, S.H., De La Torre, S.J.F. 2009. Proceso de manejo reproductivo. Producción de leche de bovino en el sistema familiar: Primera edición . Veracruz, México. Libro técnico Núm. 24. INIFAP-CIRGOC. p 117-143.

CARNE DFD: CUANTO DEJO DE GANAR

DFD MEAT: HOW MUCH DO I LOOSE

Ivan A. Leyva¹, Eduardo Sánchez², Cristina Pérez², Alberto Barreras², José A. Olivas y Fernando Figueroa^{2*}

¹ *Ex alumno del programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias de los Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California.*

² *Investigador del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias Universidad Autónoma de Baja California.*

Resumen

Con base a la asociación que existe del mal manejo de los bovinos en el periodo de pre-sacrificio con la disminución de la calidad de la carne, y que esta tiene como consecuencia un efecto económico, se llevó a cabo la estimación de la pérdida económica asociada a la presencia de carne clasificada como DFD (dark, firm and dry) a partir de una muestra de 352 canales procesadas durante el mes de septiembre del 2009 en una planta Tipo Inspección Federal ubicada en Mexicali, Baja California, México. Utilizando el pH y el color de la carne para su clasificación, se estimó una frecuencia de canales DFD del 47.63%. La pérdida económica asociada al problema fue estimada tanto por canal individual como de forma agregada mensual considerando un sacrificio de 8,467 animales, para el caso individual se estimó una pérdida por canal de 88.58 dólares mientras que la pérdida agregada para el rastro fue calculada dentro de un intervalo (IC .95) de 273,229 a 338,804 dólares. La magnitud del costo económico por DFD puede ser visto como un motivo para que el dueño de la canal tome acciones tendientes a mejorar el manejo de sus animales en el período de pre-sacrificio, así como en el mantenimiento de los equipos e instalaciones.

Palabras claves: impacto económico, carne DFD, rastro TIF.

Abstract

Based on the relation that exists between the inadequated handling of bovines during the pre-slaughter period and the quality of the carcass, a study was conducted to determine the effect that the presence of DFD (Dark, firm ans dry) in the carcass had on it's economic value. The study was conducted during september of 2009 in a federal inspection type slaughterhouse located in Mexicali, Mexico using a sample of 352 carcasses. Color and pH measurements were used to grade the meat and to estimate the frequency of the problem which in this case was 47.63%. Individual and aggregated loss of value was calculated considering a population of 8,467 animals. The individual carcass value reduction was 85.58 dollars while the loss for the 8,467 slaughtered during September was estimated to be between 273,229 and 338,804 dollars. The reduction of the carcass value was considered to be important enough to promote the use of measures that improve the way that the animals are handled during the pre-slaughter period.

Key words: economic impact, DFD meat, slaughterhouse.

Introducción

A nivel mundial la creciente demanda de proteínas de origen animal ha dado lugar a un fuerte aumento en el número de animales sacrificados (Blokhuys y col 2008), este incremento de trabajo en las plantas de sacrificio, provoca un manejo inadecuado de los animales antes del sacrificio lo que conlleva a una disminución de la calidad de la canal y de la carne que ocurre como resultado de lesiones o cambios fisiológicos en el músculo (Dantzer y Morméde 1984). Las plantas de sacrificio están diseñadas para optimizar el espacio o facilitar el trabajo humano, y no consideran las características del comportamiento animal (Miranda y col 2010). Bajo estas condiciones, los animales están expuestos a una gran cantidad de estímulos estresantes como la descarga, arreo, el hacinamiento, privación de alimento, ruidos y olores novedosos (Gregory 1996). Una consecuencia negativa del manejo inadecuado de los animales en el periodo de pre sacrificio es la presencia de carne clasificada como DFD (dark, firm and dry, por sus siglas en inglés) ya que provoca problemas de comercialización debido a que los consumidores asocian el color oscuro con carne vieja o inadecuadamente almacenada (Sotelo y col 2008). Las deficiencias en el diseño de la planta de sacrificio, elementos de distracción que estorban en el movimiento del animal, errores en la capacitación por el uso de los equipos e instalaciones (Grandin 1996), tiempos prolongados de transporte y el reagrupamiento social de los animales (Knowles 1999) son problemas que inciden en el comportamiento del animal, pues provocan estrés en los animales antes o durante el sacrificio (Warriss 2010) y como resultado de este estrés se llegan a observar altas frecuencias de carne DFD (Grandin 1997). La carne con este problema presenta una reducción de su precio de mercado, Scanga y col (1998) mencionan que en los Estados Unidos, la pérdida por problemas de carne DFD en bovinos es de \$6.08 dólares por animal producido. Wulf y col (2002) reporta que para la industria alimenticia de los Estados Unidos, la presencia de carne DFD en bovinos significó una pérdida anual de 172 millones de dólares. Este impacto negativo sobre el ingreso provoca que el productor, motivado por la maximización de su utilidad tome acciones relacionadas con los costos, que de acuerdo a Varían (1992) pueden ser: la reducción del pago que hace por los insumos o llevando a cabo actividades que permitan disminuir el costo de producción. En este caso como la pérdida está asociada a un manejo inadecuado de los animales, el productor implementará acciones como la capacitación del personal, mantenimiento preventivo de equipo e instalaciones (Grandin, 2010). El objetivo de la investigación fue determinar la pérdida económica que implica la comercialización de las canales de ganado bovino con presencia de carne DFD.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo durante el mes de septiembre del 2009 en las instalaciones de una planta TIF ubicada en la ciudad de Mexicali, Baja California, México. El marco de muestreo se integró por 8,467 animales sacrificados durante el mes de septiembre del 2009 en la planta de sacrificio TIF. En la estimación del tamaño de muestra, para un muestreo por atributos en un estudio descriptivo transversal, se consideró un estimador de frecuencia relativa de carne DFD del 35% basado en un estudio previo de Sotelo y col (2008), una tasa de error máximo de 0.05 y un nivel de confianza al 95%, resultando 352 canales. Estas fueron seleccionadas aleatoriamente durante el mes distribuidas en 10 visitas a la planta de sacrificio, con un rango de muestreo de entre 30 a 40 canales por visita. Para clasificar la carne por su calidad físico-química, se llevó a cabo la medición del pH y color de la carne (L^* , a^* y b^* , C^*) en el músculo *Longissimus dorsi*

entre la 11va. y 12va. costilla de la canal a las 24 h post mortem (Savell y Smith 2000). El pH se determinó con un potenciómetro de punción DeltaTRAK ISFET pH 101 (DeltaTRAK, Inc., Pleasanton, CA., E.U.A.), medido en la profundidad del músculo. Los valores de color (L^* , a^* y b^*) se midieron en la superficie del músculo por un espectrofotómetro Minolta CM-2002 (Minolta Camera, Co., Ltd, Japón) utilizando un componente especular incluido (SCI), un iluminante D_{65} y un observador de 10° , donde L^* : es el índice de luminosidad, a^* : es el índice de rojo y b^* : es el índice de amarillo. El croma (intensidad del color (C^*)) fue calculado como $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$ (Young y col 2003). La carne fue clasificada para su calidad utilizando los criterios establecidos según Wulf y col (2002), Forrest y col (1979) y Minolta (1994) de acuerdo a las categorías siguientes: carne normal: pH 24h post mortem de 5.4 a 5.8, $L^* > 50$ y $C^* > 30$ y carne DFD: pH 24 h post mortem > 5.8 , $L^* < 50$ y $C^* > 30$. La frecuencia relativa de carne DFD se obtuvo dividiendo el total de canales con el problema referidas al total de canales en la muestra. Para determinar el impacto económico que tiene sobre el ingreso individual y agregado mensual la presencia de carne DFD, se llevó a cabo un análisis de la pérdida económica en la población de estudio. La inferencia se hizo a partir de la muestra de canales que fueron evaluadas del total de animales sacrificados en el mes. En la estimación de las pérdidas económicas es importante considerar que una vez que se determina la presencia de DFD, la reducción de precio se aplicó a toda la canal. Las variables consideradas para calcular tanto la pérdida individual como la agregada mensual fueron: número de animales sacrificados por mes, frecuencia relativa de DFD, peso promedio de la canal, precio promedio por kilogramo de carne sin clasificación DFD y el precio promedio por kilogramo de carne DFD. El cálculo de la pérdida por canal se realizó de acuerdo al siguiente procedimiento: Valor total de la canal afectada sin reducción de precio (VCSR) = (Peso promedio/canal) (precio/Kg). Valor total de la canal afectada con reducción de precio (VCCR) = (Peso promedio/canal) (precio/Kg). Pérdida total por canal afectada (PTCA) = VCSR-VCCR. En la determinación del impacto a nivel agregado mensual de la presencia de DFD se aplicó un procedimiento de estimación de las frecuencias mínima y máxima a partir del cálculo de un intervalo de confianza para proporciones (Levin y Rubin 1998) que considera el total de animales sacrificados para determinar la pérdida económica mensual, de tal forma que se utilizan los límites inferior y superior de confianza como valores para el cálculo los niveles mínimo y máximo de pérdida por presencia de carne DFD. El procedimiento general de cálculo es el siguiente: Total de animales afectados (TAA) = (Número de animales sacrificados/mes)(Límite de confianza). Valor total de las canales afectadas sin reducción de precio (VTCSR) = (TAA) (Peso promedio/canal) (precio/Kg). Valor total de las canales afectadas con reducción de precio (VTCCR) = (TAA) (Peso promedio/canal) (precio/Kg). Pérdida total considerando el límite de confianza del intervalo (PTLC) = VTCSR-VTCCR.

Resultados y Discusión

La frecuencia de carne DFD resultó en un 47.63%. Considerando una media de peso de la canal de 286 ± 1.92 Kg, un precio promedio por kilogramo de la canal sin DFD de 3.36 dólares, una reducción de 9%¹ del valor, que se traduce en 0.31 dólares menos por kilogramo de canal afectada. La pérdida total por canal afectada (PTCA) fue de 88.58 dólares. En el cálculo de la pérdida total mensual agregada a partir de la estimación por intervalo, en principio se obtuvo un valor de estimación por intervalo para la frecuencia de carne DFD resultando: $IC_{0.95} = (0.425-$

¹ Dato proporcionado por la planta de sacrificio.

0.527). A partir de esta, la pérdida total considerando el límite inferior de confianza del intervalo ascendería a: 273,229 dólares, mientras que la pérdida agregada utilizando el límite superior de confianza del intervalo construido sería de: 338,804 dólares. La presencia de carne con el problema DFD en bovinos a nivel mundial tiene una frecuencia muy variable, (Warriss 2010) reporta que en los Estados Unidos se ubica en 4% y en otros países se ha observado una frecuencia del 25% en novillos. En estudio realizado por Pérez y col (2008) en México reportan una frecuencia del 30.27% durante el verano, este resultado contrasta con el 5% reportado por Janloo y col (1998) en los Estados Unidos para ese mismo periodo. El considerable aumento a la presencia de carne DFD observado en este estudio con un 47.63% y la pérdida asociada al problema permiten ver la importancia que la carne DFD tiene desde el punto de vista económico. La disminución de la calidad de una canal tiene un efecto sobre el valor de la misma (Gallo 2008) y en el caso del problema de la carne DFD en canales de bovino se ha encontrado que en los Estados Unidos durante 1995 el costo asociado al problema fue de 172 millones de dólares (Wulf y col 2002). Según Chambers y Grandin (2001) la venta del ganado en canal de acuerdo a la calidad y peso es un sistema que contribuye a mejorar la situación del animal durante el periodo de pre sacrificio, pues tanto el transportista como el productor reciben un incentivo económico por reducir hematomas, heridas y lesiones, lo que anticipa precauciones en el manejo y asegura condiciones de bienestar. Sin embargo, en este estudio la compra del ganado por el rastro es en pie, por lo que ni el transportista ni el productor se ven afectados económicamente si manejan inadecuadamente al ganado, la probabilidad de que se presente carne DFD es alta, lo que provoca problemas en la comercialización de la canal (Pérez y col, 2008) esto hace recomendable establecer un cambio en el sistema de pago basado en la calidad de la canal por lo que se requiere del conocimiento del valor de la pérdida económica que resulta de una menor calidad pues es la base para establecer el pago que recibiría el productor. Janloo y col (1998) reportan que en los Estados Unidos las canales con cortes DFD reciben una clasificación de calidad inferior que se traduce en una disminución de su valor en un 30%. De acuerdo a los resultados del estudio el valor estimado de la pérdida asociada a la presencia de carne DFD si bien es inferior al 10% del precio total de una canal, no deja de ser importante, pues se traduce en una reducción de precio por cada canal vendida de 88.58 dólares y aun cuando los ganaderos saben que la carne DFD presenta un costo que deben asumir, el desinterés por este debido al desconocimiento de su verdadero valor y de la alta probabilidad de que sus canales presenten el problema, hace que actúen como si el costo no existiera, por lo que también para ellos el efecto negativo del mal manejo de los animales enviados al rastro es ignorado. Si el propietario de la canal tuviera conocimiento de que el problema de la carne DFD puede presentarse hasta en el 47.63% de sus canales y que la pérdida del valor podría ubicarse en los 88.58 dólares por canal, es posible suponer que en la búsqueda de la maximización de su utilidad actuaría reduciendo el costo asociado directamente a la presencia de carne DFD y con ello impactar de manera directa y positiva sobre las condiciones de manejo de los bovinos en el periodo de pre-sacrificio. Es importante destacar que a nivel estatal la pérdida económica que resulta de la presencia de carne DFD en las canales pudiera ser relevante, ya que si se considera un total de 36,997 toneladas de carne producidas en el estado durante los meses de mayo a junio del 2010 (SIAP 2011), un peso promedio de 286 Kg por canal y una pérdida de 88.58 dólares por canal obtenida en este estudio, el valor total de pérdida asciende a 11,459.247 dólares. Este estudio permite concluir que la determinación del costo económico de un problema de calidad de la carne debe ser visto como una herramienta útil para involucrar a los ganaderos, transportistas y a la planta de sacrificio en la procuración de mejores condiciones físicas y psicológicas para sus animales, debido a que el

conocimiento del monto de la pérdida económica en que incurren como consecuencia del maltrato animal provocará que se tomen medidas para mejorar las condiciones de manejo de los animales en el proceso de pre-sacrificio como parte de un comportamiento empresarial fundamentado en la maximización de la utilidad.

Literatura Citada

- Blokhuis HJ, LJ Keeling, A Gavinelli, J Serratos. 2008. Animal welfare's impact on the food chain. *Trends Food Sci & Tech* 19, S79-S87.
- Chambers PG, T Grandin. 2001. Sistemas de mercadeo y pérdidas. En: Heinz G y T Srisuvan (ed). *Directrices para el manejo, transporte y sacrificio humanitario del Ganado*. FAO. Oficina Regional de Asia y el Pacífico. Bangkok, Tailandia, Pp 5-6.
- Dantzer RP, P Morméde. 1984. *El stress en la cría intensiva del ganado*. Acribia. Zaragoza, España.
- Forrest JC, ED Aberle, HB Hedrick, MD Judge, RA Merkel. 1979. *Fundamentos de ciencia de la carne*. Acribia. Zaragoza, España.
- Gallo CB. 2008. Using scientific evidence to inform public policy of the long distance transportation of animals in South America. *Vet Ital* 44, 113-120.
- Grandin T. 1997. Evaluación del estrés durante el manejo y transporte. *J Anim Sci* 75, 249-257.
- Grandin T. 2010. Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat Science* 86, 56-65.
- Gregory NG. 1996. Welfare and hygiene during preslaughter handling. *Meat science* 43, 35-46.
- Knowles TG. 1999. A review of the road transport of cattle. *Vet Rec* 144,197-201.
- Janloo SM, HG Dolezal, BA Gardner, FN Owens, J Peterson, M Moldenhauer. 1998. Characteristics of dark cutting steer carcasses. Animal Sciences Research Report. Department of Animal Sciences. Oklahoma State University. Pp 28-31.
- Levin R I, SD Rubin. 1998. *Statistics for management*. 7th. ed. Prentice Hall, Upper Saddle River NJ, USA.
- Minolta. 1994. *Precise Color Communication*, Minolta Corp. Ramsey, NJ, U.S.A.
- Miranda GC, L Rivero, G Chacón, S García-Belenguer, M Villarroel, GA María. 2010. Effect of the pre-slaughter logistic chain on some indicators of welfare in lambs. *Livest Sci* 128, 52-59.
- Perez C, F Figueroa, A Barreras. 2008. Factores de manejo asociados a carne DFD en Bovinos de clima desértico. *Archivos de Zootecnia* 57, 545-547.
- Savell J W, Smith GC. 2000. *Meat Science. Laboratory Manual*. 7th. ed. American Press. Boston , USA.
- Scanga J A, K E Belk, J D Tatum, T Grandin, G C Smith. 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *J. Anim. Sci.* 76:2040-2027.
- Sotelo A, C Pérez, F Figueroa, A Barreras, E Sánchez. 2008. Evaluation of changes in management practices on frequency of DFD meat in cattle. *J Anim Vet Adv* 7, 330-332.
- SIAP (2011): Avance mensual de la producción pecuaria por Estado 2010. Sistema de información agroalimentaria y pesquera. SAGARPA.
- Varian H L 1992. *Microeconomic analysis*. 3th ed. WWW Norton Company. New York, USA.
- Warriss P D. 2010. *Meat Science*. 2nd ed. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Wulf DM, RS Emmett, J M Leheska, S J Moeller.2002. Relationships among glycolitic potential, dark cutting (dark, firm and dry) beef, and cooked beef palatability. *J. Anim. Sci* 80, 1895-1903.
- Young SK, HY Seok, HS Young, KL Sung. 2003. Effect of season on color of Hanwoo (Korean native cattle) beef. *Meat Sci* 63, 509-513.

**QUISTES FOLICULARES EN GANADO LECHERO: DIFERENCIAS EN
EXPRESIÓN GENÉTICA Y NIVELES HORMONALES**

**FOLLICULAR CYSTS IN DAIRY CATTLE: DIFFERENCES IN GENE EXPRESSION
AND HORMONE LEVELS**

Juan A. Grado, Pedro Hernández, Rooney M. Villaseñor, Sergio Quintana y Laura E. Escobedo

Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua

Resumen

El objetivo fue cuantificar el nivel de expresión en células de la granulosa de folículos quísticos y dominantes, de CYP11A1, CYP17, CYP19A1, receptor de LH y angiogenina. Así mismo, se midió la concentración de estradiol, progesterona y IGF-1 en fluido folicular. Se recuperaron tanto células de la granulosa como fluido folicular mediante aspiración de 33 folículos (17 quistes y 16 folículos dominantes) de ovarios procedentes de vacas Holstein sacrificadas en rastro. El nivel de expresión genética relativa a GAPDH se midió mediante PCR en tiempo real. La concentración hormonal se determinó mediante inmunoensayos competitivos colorimétricos del fluido recuperado. Los datos se transformaron a logaritmo natural y se analizaron ajustando un modelo con una sola vía de clasificación, el efecto fijo de tipo de estructura ovárica, e incluyendo el diámetro del folículo o quiste como una variable regresora en el modelo. No se detectaron efectos ($P > 0.05$) de tipo de estructura ni del diámetro para el nivel de expresión de CYP17, angiogenina y receptor de LH, ni para las concentraciones de estradiol y progesterona. Para el nivel de expresión de CYP11A1 se detectó una relación inversa con el diámetro tanto para folículos dominantes como para quistes ($P < 0.05$). Los folículos dominantes presentaron un mayor nivel de expresión ($P = 0.07$) de CYP19A1, mientras que los quistes foliculares presentaron una mayor concentración de IGF-1 ($P = 0.08$). En conclusión, la mayor concentración de IGF-1 y la disminución en la expresión de CYP19A1 así como la relación inversa entre diámetro folicular y expresión de CYP11A1 pueden estar relacionadas con la presencia de los quistes foliculares por periodos de tiempo prolongados.

Palabras clave: Quistes foliculares, IGF-1, CYP19A1, CYP11A1

Abstract

The objective was to quantify in granulosa cells from cystic and dominant follicles, the expression levels of CYP11A1, CYP17, CYP19A1, LH receptor and angiogenin; and to measure the follicular fluid concentration of estradiol, progesterone and IGF-1. Granulosa cells and follicular fluid were recovered through needle aspiration of 33 follicles (17 cysts and 16 dominant follicles) from dairy cows ovaries collected at a nearby abattoir. Level of gene expression was measured using real-time PCR relative to GAPDH. Hormones concentrations were measured through colorimetric competitive enzyme immunoassays. Data was natural log transformed before being analyzed under a statistical model that included type of structure as fixed effect and diameter as a regression variable. There were no effects ($P > 0.05$) of type of structure neither diameter for CYP17, angiogenin and LH receptor expression level, neither for estradiol and progesterone concentration. Expression level of CYP11A1 was negatively related to diameter in both cystic and dominant follicles ($P < 0.05$). Dominant follicles had a higher expression level of CYP19A1 ($P = 0.07$), whereas cystic follicles had higher concentration of IGF-1 ($P = 0.08$). In conclusion, higher IGF-1 concentration and lower expression of CYP19A1, as

well as the inverse relationship between follicular diameter and expression of CYP11A1 may be related to the presence of cystic follicles for long periods.

Introducción

La condición quística es una importante disfunción ovárica que afecta gravemente la fertilidad del ganado lechero en la etapa temprana del parto (Vanholder et al., 2005). El problema ocurre cuando se presenta una falla en la ovulación y los folículos aumentan de tamaño por encima del diámetro ovulatorio, persistiendo e interrumpiendo los ciclos estrales (Wiltbank y Gumen, 2002). Entre los factores que se pueden asociar a la condición quística se encuentran cambios celulares y moleculares en el crecimiento folicular, alteraciones tanto en los niveles de expresión de enzimas esteroidogénicas como en la abundancia de receptores hormonales y en los niveles de factores de crecimiento y otras hormonas a nivel folicular (Vanholder et al., 2006). Así, el objetivo fue cuantificar el nivel de expresión en células de la granulosa de folículos quísticos y dominantes, de CYP11A1, CYP17, CYP19A1, receptor de LH y angiogenina; así como también medir la concentración de estradiol, progesterona y IGF-1 en fluido folicular.

Materiales y Métodos

Se obtuvieron ovarios de vacas Holstein sacrificadas en el rastro municipal de la ciudad de Chihuahua. Se suspendieron en solución salina (0.9% NaCl) a temperatura ambiente para ser transportados y posteriormente se asignaron a su grupo correspondiente: folículos dominantes (FD, n=16), definido para aquellos folículos con un diámetro de 15 a 20 mm y que estaban acompañados por estructuras luteales; y folículos quísticos (FQ, n=17), definido para las estructuras foliculares con un diámetro superior a 20 mm y no acompañadas de estructuras luteales. Esta clasificación fue elegida en base a estudios previos que describen las características de los quistes y los folículos pre-ovulatorios (Thurston et al., 2003). Se recolectó el líquido folicular por aspiración, usando jeringas de 10 cm³ y agujas 18G x 11/2", nuevas y estériles. Las células de la granulosa se obtuvieron centrifugando el fluido folicular a 2000 rpm por 5 min (Spicer et al., 2002). La extracción de ARN se llevó a cabo de acuerdo con lo descrito por Grado et al. (2011). La retrotranscripción del ARNm a ADNc se efectuó siguiendo el protocolo de un kit comercial (High Capacity cDNA Reverse Transcription Kit, Applied Biosystems TM, Foster City, CA). La expresión de los genes de interés fue cuantificada utilizando el sistema de PCR en tiempo real StepOnePlus™ (Applied Biosystems Inc. Foster City, CA). Se utilizaron sondas TaqMan® Gene Expression Assays (Applied Biosystems Inc., Foster City, CA) comercialmente disponibles para los genes CYP11A1, CYP17, CYP19A1, receptor de LH y angiogenina como genes de interés, y GAPDH como gen endógeno. La cuantificación relativa del nivel de expresión para cada gen se llevó a cabo mediante el método de ciclo umbral (Ct), descrito por Livak y Schmittgen (2001). Donde, el ΔCt fue determinado substrayendo el valor de Ct del GAPDH al valor Ct del gen de interés correspondiente. Enseguida, se calculó el $\Delta\Delta Ct$, substrayendo el valor ΔCt más alto a todos los valores ΔCt calculados. Los cambios en el nivel de ARNm fueron calculados como $2^{-\Delta\Delta Ct}$. Las concentraciones de IGF-I, E2 y P4 en el fluido recuperado de los folículos y quistes foliculares se midieron mediante enzimoanálisis (EIA) de doble unión, con kits comercialmente disponibles para estas hormonas (Enzo Life Sciences®). El nivel de expresión genética y las concentraciones de hormonas en fluido folicular fueron analizados usando un modelo que incluye el efecto fijo de grupo y el diámetro folicular

como variable de regresión. Tanto los datos de los niveles de expresión de los genes de interés, como de las concentraciones de hormonas, fueron transformadas a logaritmo natural para su análisis.

Resultados y Discusión

No se detectaron efectos ($P>0.05$) de tipo de estructura ni del diámetro para el nivel de expresión de CYP17, angiogenina y receptor de LH, ni para las concentraciones de estradiol y progesterona. Para el nivel de expresión de CYP11A1 se detectó una relación inversa (Gráfica 1) con el diámetro tanto para folículos dominantes como para quistes ($P<0.05$). Bao y Garverick 1998 reportan una expresión diferente de las enzimas esteroidogénicas en cada etapa del crecimiento folicular, entre ellas la p450_{scc}, para la cual un aumento en su expresión está relacionado con el reclutamiento y la selección del folículo dominante. Aparentemente estos cambios en la expresión están relacionados con el inicio de la luteinización de las células de la granulosa, que está controlada por la secreción de LH y FSH (Tian et al., 1995). Procesos como este probablemente sean los que ocurren en los quistes foliculares en un estado temprano, con una parcial luteinización de las capas celulares (Salveti et al., 2007; y Rutter y Russo, 2010). Los folículos dominantes presentaron un mayor nivel de expresión ($P=0.07$) de CYP19A1 (Cuadro 1), mientras que los quistes foliculares presentaron una mayor concentración ($P=0.08$) de IGF-1 (Gráfica 2). Grado et al. (2011), en un estudio hecho con microarreglos, no reportan diferencias en la expresión de CYP19A1 entre quistes foliculares y folículos no quísticos. Sin embargo, encontraron una tendencia de los folículos a tener mayor producción de estradiol, que indicaría un descenso en la capacidad estrogénica en quistes foliculares. Diversos estudios mencionan que probablemente una falla en la secuencia sincronizada de eventos en la diferenciación de células de la granulosa, influenciada por el sistema IGF favorece la formación de folículos persistentes (Ortega et al., 2008; Rey et al., 2010; y Rodríguez et al., 2011).

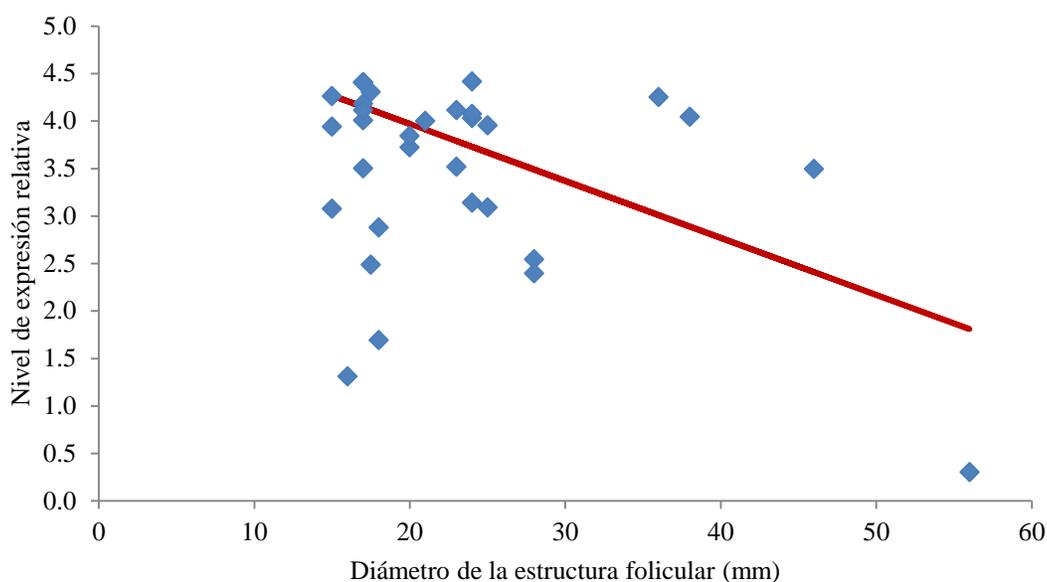


Figura 1. Relación entre el nivel de expresión de CYP11A1 y el diámetro de la estructura folicular ($y_i=5.17-0.06x_i$, $R^2=0.18$).

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar) para el nivel de expresión relativa de CYP11A1, CYP17, CYP19A1, angiogenina y receptor de LH en células de la granulosa de folículos dominantes y quísticos.

Gen blanco	Grupo	
	Folículos dominantes	Folículos quísticos
CYP11A1	3.15 \pm 0.27	3.79 \pm 0.27
CYP17	1.73 \pm 0.29	2.03 \pm 0.34
CYP19A1	4.41 \pm 0.43 ^a	2.91 \pm 0.53 ^b
Angiogenina	1.92 \pm 0.24	1.64 \pm 0.25
Receptor de LH	8.00 \pm 0.67	7.36 \pm 0.75

^{a,b} Literales distintas denotan diferencia significativa (P=0.07)

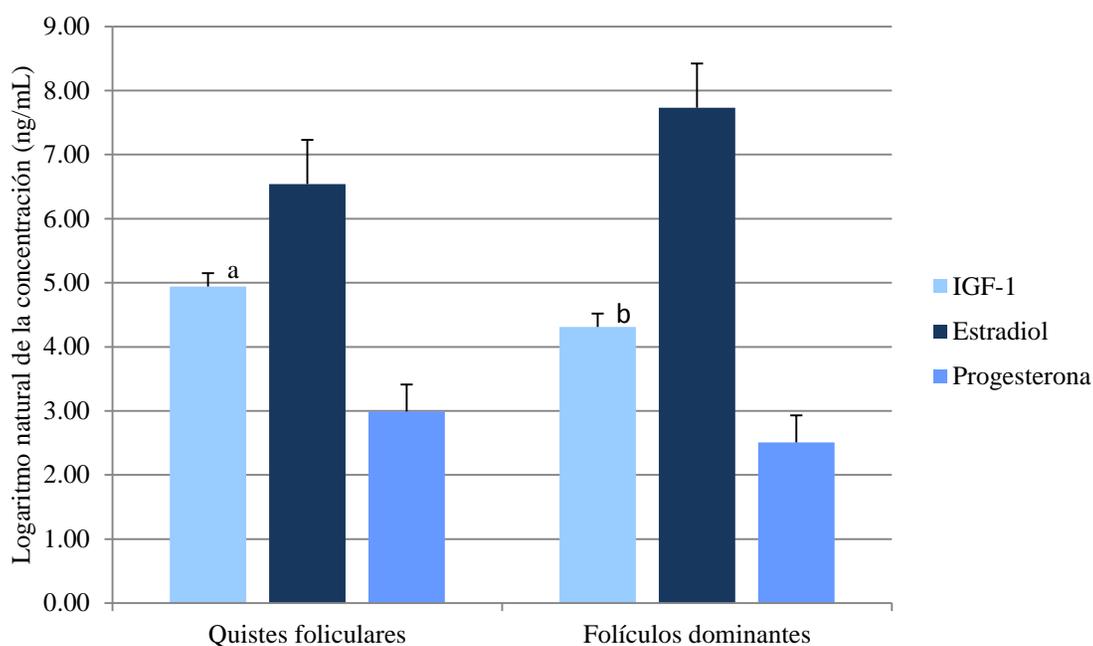


Figura 2. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar) del logaritmo natural de la concentración de IGF-1, estradiol y progesterona en fluido de quistes foliculares y folículos dominantes.

^{a,b} Literales distintas denotan diferencia significativa (P=0.08).

Conclusiones

En conclusión, la expresión disminuida de CYP11A1 en relación al diámetro folicular, junto con una menor abundancia de ARNm para CYP19A1 y la mayor concentración de IGF-1 en los quistes foliculares, pueden ser consideradas como factores relacionados con la presencia de folículos quísticos por periodos de tiempo prolongados.

Literatura Citada

Bao, B. and H. A. Garverick. 1998. Expression of steroidogenic enzyme and gonadotropin receptor genes in bovine follicles during ovarian follicular waves: a review. *J. Anim. Sci.* 76: 1903-1921.

- Grado, A. J. A., P. Y. Aad and L. J. Spicer. 2011. New insights into the patogénesis of cystic follicles in cattle: microarray analysis of gene expression in granulosa cells. *J. Anim. Sci.* 89:1769-1786.
- Livak, K. J. and T. D. Schmittegen. 2001. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta C_t}$ method. *Methods.* 25: 402-408.
- Ortega, H. H., M. M. Palomar, J. C. Acosta, N. R. Salvetti, B. E. Dallard, J. A. Lorente, C. G. Barbeito and E. J. Gimeno. 2008. Insulin-like growth factor I in ovarian follicles and follicular fluid of cows with spontaneous and induced cystic ovarian disease. *Res. Vet. Sci.* 84: 419-427.
- Rey, F., F. M. Rodríguez, N. R. Salvetti, M. M. Palomar, C. G. Barbeito, N. S. Alfaro and H. H. Ortega. 2010. Insulin-like growth factor-II and insulin-like growth factor-binding proteins in bovine cystic ovarian disease. *J. Comp. Pathol.* 142: 193-204.
- Rodriguez, F. M., N. R. Salvetti, C. G. Panzani, C. G. Barbeito, H. H. Ortega and F. Rey. 2011. Influence of insulin-like growth factor-binding proteins-2 and -3 in the pathogenesis of cystic ovarian disease in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 128: 1-10.
- Rutter, B. and A. F. Russo. 2010. Dinámica, diagnóstico y tratamiento de los quistes ováricos en el bovino. Revisión bibliográfica. *Vet. Arg.* 27.
- Salvetti, N. R., J. C. Acosta, E. J. Gimeno, L. A. Muller, R. A. Mazzini, A. F. Taboada and H. H. Ortega. 2007. Estrogen receptors and progesterone receptors in normal bovine ovarian follicles and cystic ovarian disease. *Vet. Pathol.* 44: 373-378.
- Spicer, L. J., C. S. Chamberlain and S. M. Maciel. 2002. Influence of gonadotropins on insulin- and insulin-like growth factor-I (IGF-I)-induced steroid production by bovine granulosa cells. *Domest. Anim. Endocrinol.* 22: 237-254.
- Thurston, L. M., K. C. Jonas, D. R. E. Abayasekara and A. E. Michael. 2003. Ovarian modulators of 11α -hydroxysteroid dehydrogenase (11β HSD) activity in follicular fluid from bovine and porcine large antral follicles and spontaneous ovarian cysts. *Biol. Reprod.* 68: 2157-2163.
- Tian, X. C., A. K. Berndtson and J. E. Fortune. 1995. Differentiation of bovine preovulatory follicles during the follicular phase is associated with increases in messenger ribonucleic acid for cytochrome P450 side-chain cleavage, 3β -hydroxysteroid deshydrogenase, and P450 17α -hydroxylase, but not P450 aromatase. *Endocrinol.* 136: 5102-5110.
- Vanholder, T., G. Opsomer and A. de Kruif. 2006. Aetiology and pathogenesis of cystic ovarian follicles in dairy cattle: A review. *Reprod. Nutr. Dev.* 46: 105-119.
- Vanholder, T., J. Leroy, J. Dewulf, L. Duchateau, M. Coryn, A. Kruif and G. Opsomer. 2005. Hormonal and metabolic profiles of high-yielding dairy cows prior to ovarian cyst formation or first ovulation post partum. *Reprod. Dom. Anim.* 40: 460-467.
- Wiltbank, M. C. and A. Gumen. 2002. Physiological classification of ovulatory conditions in cattle. *Theriogenology.* 57: 21-52.

**EFFECTO DEL ACONDICIONAMIENTO EN BECERROS DE REPASTO ANTES Y
DESPUÉS DEL DESTETE EN LA REGIÓN DE ALDAMA, TAMAULIPAS
DURANTE LA ÉPOCA SECA**

**EFFECT OF CONDITIONING IN BEEF CALVES BEFORE AND AFTER
WEANING IN THE ALDAMA, TAMAULIPAS REGION DURING DRY SEASON**

Rafael Guarneros¹, Erasmo Gutiérrez², Hugo Bernal², Ramiro Ávalos³, Epigmenio Castillo⁴

¹*C. E. Las Huastecas-CIRNE-INIFAP*, ²*FA-UANL*, ³*FMVZ-UANL*, ⁴*FMVZ-UNAM*
guarneros.rafael@inifap.gob.mx

Resumen

En el Rancho “Don Enrique” de Aldama, Tamaulipas, se evaluó el acondicionamiento de becerros durante la época seca, antes y después del destete. Se seleccionaron 48 animales cruzados de Simmental X Cebú. Se manejaron tres tratamientos: T1, sin acondicionamiento; T2, acondicionados 28 días previos al destete y T3, acondicionamiento postdestete, quedando 16 becerros por tratamiento. El acondicionamiento consistió en desparasitación interna y externa, suplementación, aplicación de vitaminas e inmunización contra enfermedades virales y bacterianas comunes; con productos obtenidos en el comercio local. Considerando la fecha de destete los animales se pesaron a los -28, 0, 28, 56 y 84 días, previo ayuno de 12 a 14 horas. Se estimó el aumento diario de peso (ADP), utilidad económica y frecuencia de enfermedades, La información se analizó mediante un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 3 x 2 (tres tipos de acondicionamiento y dos sexos). No hubo efecto de la interacción entre sexo ($P > 0.05$). Del día -28 al día 0, T2 tuvo un ADP de 1,068 g/d y una diferencia significativa ($P < 0.05$) respecto al T3 (411 g/d) y T1 (409 g/d) donde estos fueron N.S. ($P > 0.05$) entre si. El mayor ADP en el periodo total de la prueba (-28 al día 84, ($P < 0.05$)) lo registró el T2 (614 g/d), seguido por T3 y T1 con 526 g/día y 301 g/día, respectivamente. En el análisis económico T2 tuvo un ingreso diario de \$ 25.71/animal, mientras que T3 y T1 fue de \$10.54. Se trataron 10, 2 y 1 animal en T1, T2 y T3, respectivamente. Se concluye que el acondicionamiento de becerros 28 d antes del destete mejora el ADP, generando mayor rentabilidad y menor aparición de enfermedades.

Palabras clave: Acondicionamiento de becerros, vaca-cría, destete, rentabilidad económica.

Abstract

At "Don Enrique" ranch in Aldama, Tamaulipas, was evaluated conditioning in calves during the dry season before and after weaning. 48 Simmental X Cebu crossbreeds were selected. We handled three treatments: T1, without conditioning; T2, put up 28 days prior to weaning and T3, after conditioning, leaving 16 calves per treatment. The packaging consisted of internal and external deworming, supplementation, implementation of vitamins and vaccination against viral and bacterial diseases; with products obtained in local trade. Whereas the date of weaned animals weighed at - 28, 0, 28, 56 and 84 days before fasting for 12 to 14 hours. It was estimated the daily weight gain (DWG), economic utility and clinical incidence of diseases. Data were analyzed by a completely random in accordance

with design factorial 3 x 2 (three types of conditioning and two sexes). There was no effect of the interaction between genders ($P > 0.05$). Day - 28-day 0, T2 had a higher DWG of 1,068 g followed by T3 (411 g) and T1 (409 g) ($P < 0.05$). More DWG registered T2 (614 g); $P < 0.05$), followed by T1 and T3 with 526 g/day and 301 g/day, respectively. The economic analysis T2 had a daily income of \$ 25.71 per animal, while T3 and T1 was \$10.54. Sick animals were 10, 2, 1 animal in T1, T2 and T3, respectively. It is concluded that calves after weaning conditioning improves the DWG, gets greater profitability and reduces the occurrence of diseases.

Keywords: conditioning calves, calf weaning, profitability

Introducción

En México la ganadería productora de carne de ganado bovino se desarrolla en una superficie de 113.8 millones de ha y esta representa alrededor del 58% del territorio nacional (Hernández et al., 2011). En la región noreste que comprenden los estados de Nuevo León, Coahuila, San Luis Potosí y Tamaulipas, la ganadería se desarrolla en 26.3 millones de ha de las cuales una proporción posee clima de trópico húmedo y subhúmedo (la región huasteca de S.L.P. y Tamaulipas). En esta región se tiene registrado en el inventario ganadero más de 3.1 millones de ganado productor de carne (INEGI, 2011).

En nuestro país, se realizan diferentes prácticas de manejo en ganado bovino con distintas variantes acorde a la micro región agroecológica, y al grado de tecnificación del rancho. En el caso del ganado productor de carne, del nacimiento al destete, el becerro recibe una serie de prácticas tales como vacunación, desparasitación interna y externa, y en ocasiones se descuernan y/o castran (Ávila y Mena, 2010) o se proporciona algún suplemento en la ración (Ibarra et al., 2011). La aplicación de esta serie de prácticas se da de forma irregular en cada (micro) región y en cada rancho que dependen básicamente de factores económicos, la disponibilidad de la materia prima, la salud y sanidad animal, la raza y el desconocimiento del efecto benéfico sobre el desarrollo individual y general del ganado.

En Estados Unidos se han desarrollado programas de acondicionamiento de ganado el cual consiste en preparar los animales 45 días antes del destete para subsanar los cambios de régimen de manejo alimenticio y sanitario de una etapa a otra. Lalman *et al.* (2005), señalan que estas prácticas que se realizan alrededor del destete minimizan el riesgo de que los animales se enfermen o haya pérdidas de animales por estrés y/o cambio de sistema. Gómez (1994), señala que un crecimiento armónico después del destete se logra con un buen consumo de nutrientes y un ambiente sano para que se minimice el riesgo de enfermedades.

El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el efecto del acondicionamiento sobre becerros de repasto en el trópico seco durante la época de sequía en un rancho comercial en el municipio de Aldama, Tamaulipas.

Materiales y Métodos

Localización y formación de grupos: El estudio se realizó en el rancho “Don Enrique” ubicado en el km 45 de la carretera Barra del Tordo, en el mes de enero de 2012 al inicio de la época seca. Se utilizaron en total 48 becerros los cuales se identificaron y se destinaron al azar asignando 9 hembras y 7 machos a cada uno de los tres tratamientos; testigo o control (T1); acondicionamiento 28 días antes del destete (T2) y acondicionamiento al momento

del destete (T3). Previo al día -28 los animales, los animales fueron alojados en potreros con buena disponibilidad de forraje de las especies Guinea (*Panicum máximum*) y Estrella Africana (*Cynodon plecostachyus*). El acondicionamiento se definió como la aplicación de prácticas de manejo zootécnico-sanitarias que incluyeron: Desparasitación interna y externa, suplementación de los becerros a razón de 20 g/kg de peso metabólico (^{.75})/día, aplicación de vitaminas A, D y E, así como vacunación contra diferentes enfermedades virales (DVB, IBR, PI3, VSRB) y bacterianas (*Leptospira* spp., *Clostridium* spp., *Haemophilus somnus*). Para T2, el acondicionamiento se llevó a cabo en el período -28, para T3, esta práctica se realizó a partir de la primera semana del día 0. En el día -28 los becerros fueron alojados junto con sus madres en tres diferentes potreros en el caso de los animales del T2, se subdividió en tres áreas donde se dispusieron comederos móviles para ofrecer 20 gr de suplemento hecho a base de sorgo molido, pasta de soya, melaza y sales minerales.

Variables evaluadas

Aumento Diario de Peso. Los animales se pesaron dos veces, al inicio del estudio (día -28) y al final del experimento (día 84) previo ayuno de agua y alimento de 12-14 horas, además de evaluar pesos intermedios en el día 0, 28 y 56. Análisis económico. Se consideraron todas las variables económicas que están involucradas en el manejo del ganado para determinar la rentabilidad de la explotación (Espinosa, 2001). Aspectos sanitarios.- La inspección y evaluación clínica de los animales se realizó en forma grupal diariamente e individualmente en las fechas de pesaje. Se registraron los signos clínicos y se sometieron a tratamiento acorde al cuadro clínico manifiesto (González y Posadas, 1991; Merck, 2010). El porcentaje de morbilidad se estableció con base a la frecuencia de enfermedad clínica y se calculó con el número de animales enfermos/número de animales en el grupo X 100 (Thrusfield, et al., 2001)

Análisis estadístico: Los efectos del acondicionamiento sobre el cambio de peso de los animales de las variables estudiadas se evaluaron utilizando el procedimiento ANOVA en el programa estadístico SPSS versión 15 para Windows, además se analizó la utilidad económica en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 X 2 (tres tipos de acondicionamiento y dos sexos).

Resultados y Discusión

El cuadro 1 muestra los aumentos diarios de peso (ADP) en los periodos evaluados. Del día -28 al día 0, el grupo T2 tuvo un incremento de peso superior (1,068 g diarios, $P < 0.05$) respecto al T3 y T1 con 411 g y 409 g, respectivamente, siendo estos N.S ($P > 0.05$) entre sí. Del día 0 al día 28 el comportamiento de los animales fue mayor en el T3 con 408 g/ de ganancia al día seguido del T1 con 252 g/día y T2 con 197 g/día ($P > 0.05$). Del día -28 al día 28 el T2, tuvo un ADP mayor (633 g/día,) respecto a los tratamientos T1 y T3 con 330 y 379 g/día observando una $P < 0.05$ entre ellos. Del día -28 al día 84, el T2 siguió presentando incrementos diario consistentes de 614 g con respecto al T3 con 526 g y el T1 con 301 g ($P < 0.05$). Los ADP no fueron afectados ($P > 0.05$) en ninguna de las comparaciones al incluir el sexo o la interacción tratamiento x sexo.

El análisis económico en el primer mes de evaluación de los animales acondicionados se desglosó en egresos e ingresos, los primeros considerando el tratamiento preventivo, suplementación, tratamiento de enfermedades y gastos de operación. La suma de todos estos conceptos se dividieron entre 28 días para obtener el rubro de egreso diario. En los

ingresos se considero la ganancia diaria de peso. El ingreso neto por acondicionar en el T2 fue de \$ 25.71 por animal, mientras que en los tratamientos T3 y T1 se tuvo un ingreso diario de \$10.54 por animal. Cuando se realizó el mismo cálculo pero en el mes correspondiente al post-destete se observó que el T1 (testigo) tuvo un ingreso de \$ 6.15 mientras que el T3 su ingreso fue \$ 6.22.

Con respecto a la morbilidad, la frecuencia de animales enfermos en T2 fue nula a los -28, 0 y 28 días después de haber sido expuestos al manejo preventivo. En cambio los animales de los grupos T1 y T3 después del destete tuvieron un animal enfermo cada uno (6.25%). En el T1 a los 56 días se tuvieron 3 animales enfermos (18.75%) y a los 84 días se tuvieron 6 (37.5%). En el T2 se observó un animal enfermo (6.25%) a los 56 y 84 días, respectivamente. En el T3 no se detectaron animales enfermos a los 28, 56 y 84 días.

Cuadro 1. Aumento diario de peso (g) en becerros acondicionados antes y al momento del destete en los diferentes períodos evaluados.

Período	Testigo	Acondicionamiento 28 d antes del destete	Acondicionamiento al destete	Error Std.
-28 al día 0	409 ^b	1,068 ^a	411 ^b	61
0 al día 28	252 ^b	197 ^b	408 ^a	59
-28 al día 28	330 ^c	633 ^a	379 ^b	43
-28 al día 84	301 ^c	614 ^a	526 ^b	37

^{a,b,c} Medias en la misma hilera con literales distintas son diferentes (P< 0.05)

Lalman y Smith (2001), recomiendan el acondicionamiento 45 días antes del destete con la aplicación de vacuna, manejo y un buen programa nutricional para maximizar resultados. Por otro lado, Avent *et al.* (2004), mencionan que el acondicionamiento antes del destete mejora la salud y nutrición del becerro, dándole un valor agregado al animal.

Alkire y Thrift (2005) evaluaron en el estado de Florida diferentes tipos de suplementos en el acondicionamiento en becerros con el uso de cítricos obteniendo ADP de 431g/d. Estos incrementos de peso fueron parecidos al grupo testigo en la primera fase de evaluación de 409g/d mientras que el acondicionado 28 d antes del destete fue de 1,068 g/d.

Arthington *et al.* (2008) evaluaron destete temprano y acondicionamiento antes del destete obteniendo 1,390 g/d vs 880 g/d, respectivamente; esta respuesta fue superior con 322 g/d a la obtenida en nuestro estudio. Por otro lado, Rayburn *et al.* (2006), señalan que el acondicionamiento antes del destete puede ser rentable cuando se asegura una buena combinación de cantidad de pastura y calidad del suplemento. Donnell *et al.* (2008), reportaron que el costo del preacondicionamiento en becerros fue de \$650 considerando la adaptación, la ganancia diaria, el costo de suplemento y forraje, la suplementación mineral, vacunación y mano de obra. En el estudio se consideró costo de vacuna, desparasitante, vitaminas, control de garrapata, suplementación, mano de obra, costo de incremento y costo del becerro en el mercado, donde se obtuvo una rentabilidad de \$25.71 vs 10.43 del grupo testigo o sin acondicionamiento.

Por otro lado, la morbilidad en becerros es un tema que afecta la economía del productor. Animales tratados más de una vez por enfermedad tuvieron un 12% menos GDP (Roerber *et al.*, 2001). Gardner *et al.* (1996), reportaron que con el costo asociado a la morbilidad se puede determinar la rentabilidad del proceso de engorda.

Por lo anterior, se puede concluir que la práctica de acondicionamiento mejora la ganancia diaria de peso en los becerros antes y después del destete, ayuda al productor a obtener mejores ingresos y reduce la incidencia de enfermedades durante esta fase de vida.

Literatura Citada

- Alkire, D., and T. Thrift. 2005. Effects of Feeding Citrus Pulp Supplements on the Performance of Calves in a Preconditioning Program. Florida Beef Report. University of Florida. p.5. (Consultado el 4 de mayo de 2012).
- Arthington, J. D., X. Qiu, R. F. Cooke, J. M. B. Vendramini, D. B. Araujo, C. C. Chase, Jr. and S. W. Coleman. 2008. Effects of preshipping management on measures of stress and performance of beef steers during feedlot receiving. *J Anim Sci*, 86:2016-2023.
- Avent, R. K., C. E. Ward, and D. L. Lalman. 2002. Asymmetric Value of Preconditioning Programs for Feeder Cattle. Proceeding annual meeting of the AAEP & WAEA, Long Beach California.
- Avent, R. K., C.E. Ward, and D. L. Lalman. 2004. Market valuation of preconditioning feeder calves. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 36, 1:173-183.
- Ávila, G.J. y S.T. Mena. 2010. Cuidado vaca-becerro ganado de carne y doble propósito. Memorias del XXXIV Congreso Nacional de Buiatría. CINTERMEX, Monterrey, N. L. p. 10-18.
- Donnell, J., C. Ward, S. Swigert. 2007. Costs and benefits associated with preconditioning calves. Oklahoma Coop. Ext. Serv. AGEC-247-4. (Consultado el 4 de mayo de 2012).
- Espinosa, G.J.A. 2001. Productividad de los sistema-producto pecuario en México. *Téc.Pecu.Mex.*39 (2):127-138.
- Gardner, B. A., S.L. Nothcutt, H.G. Dolezal, D.R. Gill, F. K. Ray, J. B. Morgan, and C. W. Shearhart. 1996. Factors influencing profitability of feedlot steers. *Ani. Sci. Res. Rep.*, Oklahoma State University, Oklahoma Agricultural Experiment Station. Stillwater, Ok. Pp. 164.
- González, P. M. y E. Posadas. 1991. Manual de clínica Propedéutica bovina. Ganado. Medicina veterinaria. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Gómez, A. R. 1994. Carne Sonora especial, una alternativa para la ganadería Sonorense. *Revista Rancho* no. 72. Patronato del centro de Investigaciones Pecuarias del estado de Sonora, A. C. <http://www.patrocipes.org.mx/publicaciones/nutricion> (Consultado el 15 de octubre de 2011).
- Hernández M. J., Rebollar R. S., González R. F.J., Guzmán S. E., Albarrán P. B., y García M. A. 2011. La cadena productiva de ganado bovino en el sur del estado de México. *Quinta Época*. Año XV. Volúmen 29, Junio-diciembre.
- Ibarra, F.F.A., Moreno C.Y., Martín R. M. H., Moreno M. S., Denogean B. F., Baldenegro C. A., y León M. F. L. El destete precoz como una herramienta para incrementar la rentabilidad en los ranchos ganaderos de Sonora, México. *Revista mexicana de Agronegocios*. Quinta Época. Año XV, Volúmen 28, Enero-junio.
- INEGI, 2011. *Anuario estadístico*. Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática. México.
- Lalman, D. L., A. Hutson, W. Shearhart, C. Ward, and S. McKinley. Preconditioning reduces sickness and death loss in weaned calves. *J. Anim. Sci.* 2005. 83 (Suppl.2): 21. (Abstr.).
- Lalman, D. L. and R. A. Smith. 2001. Effects of Preconditioning on Health, Performance and Prices of Weaned Calves. Oklahoma Cooperative Extension Services Fact Sheet. ANSI-3529.p. 6.
- Merck, Veterinary Manual, 2010. Cynthia M. Kahn (Editor), Scott Line (Associate Editor) 10th ed. Wiley Publishing. ISBN: 978-0-911910-93-3.
- Rayburn, E. B., Whetsell, M. S., and Osborne, P. I. 2006. Calves weaned and backgrounded on pasture respond to pasture nutritive value and supplements. Online. *Forage and Grazinglands* doi:10.1094/FG-2006-0719-01-RS. (Consultado el 4 de mayo de 2012).
- Roeber D.L., N.C. Speer, J.G. Gentry, J.D. Tatum, C.D. Smith, J. C. Whittier, G.F. Jones, K.E. Belk and G.C. Smith. 2001. Feeder cattle health management: Effects on morbidity rates, feedlot performance, carcass characteristics, and beef palatability. *The profesional Animal Scientist* 17:39-44.
- Thrusfield, M., Ortega, C., de Blas, I., Noordhuizen, J. P., and Frankena, K. (2001). WIN EPISCOPE 2.0: improved epidemiological software for veterinary medicine. *Vet Rec* **148** (18), 567-72.

MODELO DE ACIDOSIS RUMINAL SEGÚN LA NUEVA TEORÍA ÁCIDO-BASE DE STEWART

CU Häubi Segura¹

¹ *Laboratorio de Nutrición Animal, Departamento de Disciplinas Pecuarias, Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Av. Universidad 940, Aguascalientes, AGS. C.P. 20131 México.
Email: drhaubi@yahoo.com*

Resumen

La “Teoría Cuantitativa del Balance Ácido-Básico de Stewart” representa un avance matemático y fisiológico que cuestiona las teorías clásicas de ácidos (donadores de protones de Brønsted-Lowry, de 1923), así como la ecuación de Henderson-Hasselbalch. A diferencia de ésta última, que maneja sólo una variable dependiente, la Teoría de Stewart utiliza un sistema de ecuaciones simultáneas que permiten analizar de manera muy sencilla las interacciones de electrolitos, ácidos y bases débiles y proteínas en los fluidos corporales. La Teoría de Stewart aplicada a la nutrición de rumiantes, permite crear modelos de simulación, en los cuales se incluyen los cationes y aniones en el medio ruminal aquellos proporcionados por la saliva y la ración, así como la producción de dióxido de carbono y ácidos orgánicos (ácidos grasos volátiles y lactato). Se desarrolló un modelo de acidosis ruminal para evaluar el efecto de fermentación y producción de AGV (ácido acético, propiónico y butírico), ácido láctico, absorción de ácidos orgánicos y efecto de la producción de saliva. Se demostró que el mayor efecto sobre el pH del rumen lo constituye la pérdida de iones de sodio debido a inhibición de la rumia y salivación. Esto sugiere que el tamaño de la partícula, el uso de forrajes de calidad y la suplementación con bicarbonato de sodio son estrategias adecuadas para prevenir la acidosis ruminal.

Abstract

Stewart's (1981) new quantitative theory of acid-base balance represents a major mathematical and physiological advance over the traditional theories of acids (Brønsted-Lowry) and Henderson-Hasselbalch equation. The later uses bicarbonate ion as a dependent variable while Stewart's Theory uses a system of simultaneous equations in order to evaluate the effect of electrolytes, weak acids and proteins in body fluids. Its application to animal nutrition allowed to build a simulation model, which included cations and anions in the rumen and from dietary sources and saliva, as well as phosphates, PCO_2 , VFA's (acetic, propionic and butyric acid) and lactic acid production, absorptions of organic acids and the effect of rumination and saliva production. The model showed a major effect of the inhibition of rumination on rumen acidosis, suggesting that particle size, use of high quality forages and supplementation with sodium bicarbonate are correct strategies for the prevention of rumen acidosis.

Palabras clave. Acidosis ruminal, Teoría ácido-base de Stewart, modelo de simulación, bicarbonato de sodio.

Introducción

La acidosis ruminal o láctica se presentan en los rumiantes sometidos a altos niveles de producción o que sufren cambios drásticos en la dieta. Los animales presentan un desbalance ácido-base, mismo que debe ser comprendido y tratado para asegurar la recuperación del animal (Dunlop, 1972). La prevención y tratamiento de dicha enfermedad está basado en las teorías de ácidos, sin embargo, la alta prevalencia de estos problemas sugiere que existen aspectos desconocidos a nivel físico-químico y bioquímico (Häubi Segura, 2004).

En este trabajo se presenta una teoría del balance ácido-base alternativa a las definiciones de ácidos de Brønsted y Lowry de 1923. La teoría cuantitativa del balance ácido-base propuesta por Stewart (1981, 1983), permite desarrollar modelos de simulación de los cambios del pH en el organismo y está basada en las *definiciones generales de solventes* propuestas por Germann en 1925. Para el caso del agua como solvente, un ácido puede ser definido como una carga eléctrica negativa (anión) que produce una mayor disociación en el agua de $[H^+]$, mientras que una base se define como una carga positiva (catión) que produce una mayor disociación en el agua de $[OH^-]$.

La Teoría de Stewart propone que el comportamiento y concentración de ciertos iones y moléculas en un medio acuoso está determinado por la acción de las leyes de la química sobre las variables independientes: la diferencia entre iones fuertes (Strong Ion Difference: SID), la presión parcial de bióxido de carbono (PCO_2) y el total de aniones débiles en la solución (A_{TOT} , ácidos orgánicos disociados y no disociados) y que afecta a las variables dependientes ($[H^+]$, $[OH^-]$, $[HCO_3^-]$, $[CO_3^{2-}]$, $[HA]$, $[A^-]$). Asimismo, está basada en el efecto de tres principios básicos de la química sobre el balance de las cargas eléctricas en las soluciones acuosas: 1) *La ley de la conservación de la masa*, 2) *La ley de acción de masas*, 3) *Principio de electro-neutralidad*. La teoría de Stewart ha sido validada matemáticamente en varias ocasiones y se utiliza cada vez más en medicina humana y veterinaria (Kellum y Elbers, 2009) por lo que representa una nueva alternativa para desarrollar modelos aplicados a la nutrición animal.

Material y Métodos

El tratamiento matemático de la Teoría de Stewart puede ser revisada en sus obras originales (Stewart, 1981, 1983). En este proyecto se generó una hoja de cálculo en Excel incluyendo las seis ecuaciones originales de Stewart y se añadieron variables ruminales como fosfatos (Pi_{Tot}), ácido láctico (Lac^-) y ácidos grasos volátiles (AGV's: acetato, propionato, butirato, y otros AGV's):

$[H^+] * [OH^-] = K_w$	Ecuación #1
$[H^+] * [A^-] = K_A * [HA]$	Ecuación #2
$[HA] + [A^-] = [A_{TOT}]$	Ecuación #3
$[H^+] * [HCO_3^-] = K_C * PCO_2$	Ecuación #4
$[H^+] * [CO_3^{2-}] = K_3 * [HCO_3^-]$	Ecuación #5
$[Pi^-] = Pi_{Tot} * (2 - ([H^+]/(K_{pi} + [H^+])))$	Ecuación #6

y finalmente, para mantener la neutralidad eléctrica del agua:

$$[SID] + [H^+] - [HCO_3^-] - [A^-] - [CO_3^{2-}] - [Pi^-] - [OH^-] = 0 \quad \text{Ecuación \#7}$$

La solución para la concentración del ion de hidrógeno $[H^+]$ se realizó sustituyendo $[H^+]$ por cada valor en la ecuación #7, obteniendo la ecuación #8:

$$[SID] + [H^+] - K_c \cdot PCO_2 / [H^+] - K_a \cdot [A_{TOT}] / (K_a + [H^+]) - K_3 \cdot K_c \cdot PCO_2 / [H^+]^2 - (P_{iTot} \cdot (2 - ([H^+] / (K_{Pi} + [H^+])))) - K_w' / [H^+] = 0$$

En este modelo se utilizaron varios ácidos débiles, pero todos utilizan la misma ecuación, donde $[A_{TOT}]$ es la suma del ácido disociado $[A^-]$ y protonizado $[HA]$. Las constantes utilizadas se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Constantes de disociación del agua y de ácidos orgánicos utilizados

Constantes de Stewart	Constantes modelo de rumen: Ka (pKa)
$K_w' = 2.73 \cdot 10^{-14}$ (Eq/l) ²	Ac. Acético - $K_{Ac} = 1.78 \cdot 10^{-5}$ M (4.76)
$K_c = 2.34 \cdot 10^{-11}$ (Eq/l) ² mmHg ⁻¹	Ac. Propiónico $K_{Pr} = 1.35 \cdot 10^{-5}$ M (4.87)
$K_3 = 6.0 \cdot 10^{-11}$ Eq/l	Ac. Butírico $K_{Bu} = 1.51 \cdot 10^{-5}$ M (4.82)
$K_c = K \cdot S$	Otros AGV's $K_{AGV} = 1.48 \cdot 10^{-5}$ M (4.83)
$K = 7.42 \cdot 10^{-7}$ Eq/l,	Ac. Láctico $K_{Lac} = 1.38 \cdot 10^{-4}$ M (3.86)
$S = 3.51 \cdot 10^{-5}$ Eq/l mmHg ⁻¹	Fostato $K_{Pi} = 1.67 \cdot 10^{-8}$ M (7.21)

K_w' es la constante de disolución del agua ajustada a temperatura ruminal 39°C, K_c es la constante de disolución del CO₂ en el agua a 37°C y 300 mOsm, S es la constante de solubilidad del CO₂ en el agua, K_3 es la constante de disociación de bicarbonato a carbonato

Para obtener el valor de $[H^+]$ se estableció un sistema de iteraciones donde se busca un valor de $[H^+]$ que produzca un resultado cercano a cero (< 0.0000001), el cual corresponde al balance electroneutral del agua. Los resultados se presentan en forma de: a) gráfica de columnas apiladas para cationes y aniones o “Gamblegrama”, la cual permite ver la importancia relativa de los iones en el medio, y b) gráfico de líneas para mostrar los cambios en las variables dependientes (ver Fig 1A a 1D). El modelo se validó matemáticamente para rangos de pH desde 0 a 14, encontrándose un ajuste casi perfecto (Cationes – Aniones = 0.0000001).

Para el modelo del rumen se utilizaron como variables iniciales: PCO₂ 494 mmHg, AGVs 60 mMol/L; Fosfatos 10 mMol/L; Na⁺ 149, K⁺ 34, Ca²⁺ 6.1, Cl 25 mEq/L; pH inicial 6.8 (Nikolov, 1998). A continuación se modificaron las variables para simular las fases que llevan a una acidosis ruminal experimental (Ryan, 1964), basados en las curvas de fermentación de Kaufmann y Rohr (1967) y el modelo de acidosis de Owens *et al.* (1998): A. Incremento en AGV, B. Producción de AGV más ácido láctico, C. Absorción de AGV e incremento de ácido láctico, D. Reducción de salivación y de bicarbonato de sodio.

Resultados y Discusión

Al incluir las variables independientes en el modelo de Stewart y graficar los resultados se ve claramente el proceso de acidificación del rumen y su posterior recuperación (alcalinización), una vez que los iones se absorben a través del epitelio ruminal. Partiendo de un rumen antes de comer (pH 6.8), la producción y acumulación de AGV's lleva a la acidificación moderada del medio (pH 5.8), pero la absorción paulatina de los mismos permite que el pH regrese a sus

valores inicial (Fig 1A). El producto de fermentación de las bacterias celulolíticas es el ácido acético pero debajo de pH 6.2 éstas empiezan a verse afectadas por la acidez ruminal. En dietas altas en granos, la fermentación continúa reduciendo todavía más el pH ruminal ($\text{pH} < 5.5$), afectando a todas las bacterias ruminales y reduciendo la producción de propionato y butirato. Sin embargo, *Streptococcus bovis* y *Lactobacillus* sp. son más resistentes a la acidosis y empiezan a producir ácido láctico, lo que deprime el pH todavía más. Sin embargo, en el modelo el pH del rumen no bajó de $\text{pH} 4.9$, en parte debido al efecto amortiguador de los AGV ($\text{pKa} 4.8$). Ryan (1964) reprodujo acidosis totales ($\text{pH} < 4.5$) con una reducción importante en los AGV y una concentración porcentual mayor de ácido láctico, sin embargo, el modelo muestra que la reducción en la concentración de AGV llevó a una *alcalinización* el medio (Fig. 1C). Durante la acidosis, el ganado deja de rumiar y salivar, reduciendo la producción de bicarbonato de sodio, lo cual tiene un efecto importante en el pH ruminal, presentándose una rápida caída en el pH (Fig. 1D)

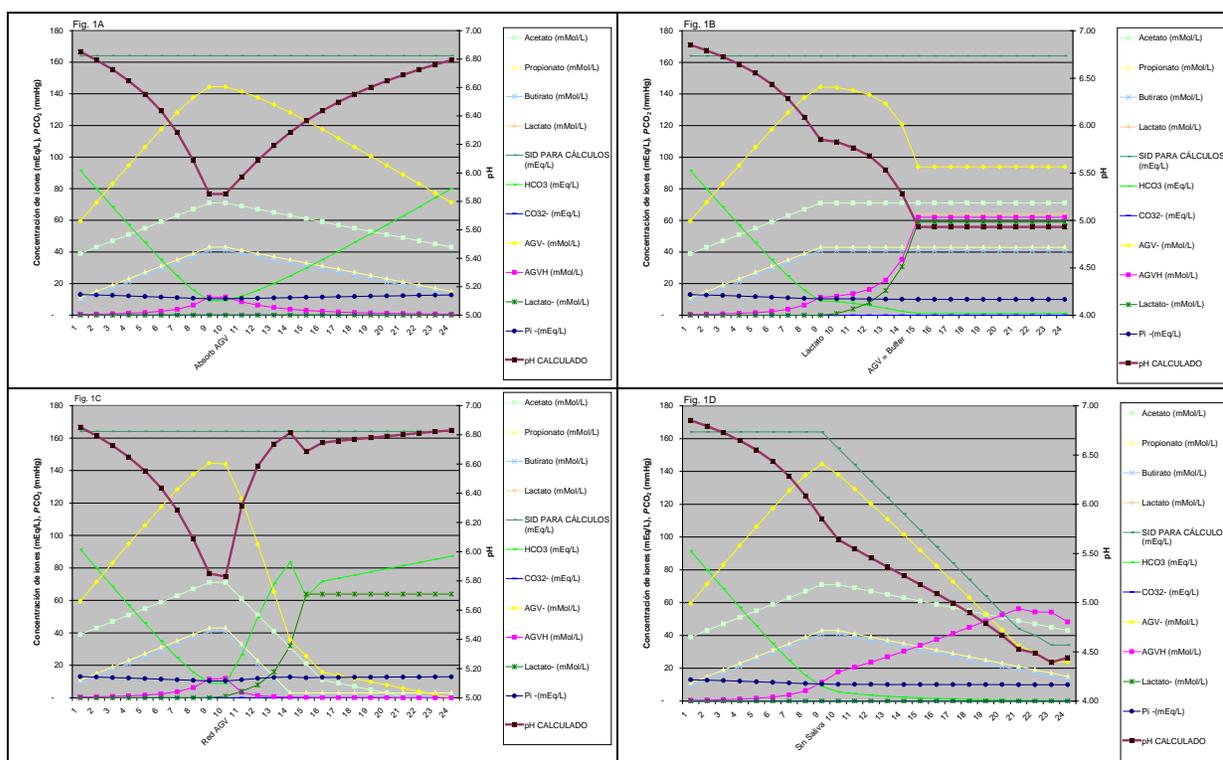


Figura 1A a la 1D. Modelo de acidosis ruminal presentando cuatro situaciones: A Fermentación normal con producción y absorción de AGV's, B. Fermentación inicial normal con producción adicional de ácido láctico, C. Producción de AGV's y ácido láctico pero con absorción rápida de AGV's, D. Producción de AGV y ácido láctico con inhibición de la salivación y reducción de sodio.

La principal importancia de la Teoría de Stewart es que pone en duda la validez matemática de la ecuación de Henderson-Hasselbalch ($\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$). En esta última se calcula el pH del plasma a través de la relación entre la concentración de bicarbonato y ácido carbónico, siendo que el bicarbonato no se mide directamente en laboratorio, y aún cuando se pudiera determinar en forma directa, éste seguiría siendo una variable dependiente.

En cambio Stewart permite la predicción de los cambios del pH en diferentes situaciones fisiopatológicas así como en respuesta a diferentes terapias de hidratación intravenosa y dietas con suplementación de sales minerales.

Tradicionalmente, el ion bicarbonato es considerado como un buffer dentro de los fluidos corporales y se utiliza extensamente como aditivo nutricional para controlar la acidosis ruminal. Sin embargo, hay que recordar que el bicarbonato es un anion, por lo cual *acidifica* el organismo (pKa 6.1). Cuando se añade *bicarbonato de sodio* a una solución hay un incremento en el pH, pero esto se debe al *sodio*, que aumenta el SID de la solución. El ion bicarbonato, como variable dependiente, no tiene ningún efecto sobre otros sistemas.

La acidosis ruminal ocurre por un gran aporte de granos en la dieta, los cuales son fermentados rápidamente hacia AGV's y ácido láctico, produciendo una disminución el pH ruminal y un incremento en la presión osmótica, lo cual puede llevar a un paso de líquidos hacia el rumen, produciendo shock hipovolémico (Dirksen, 1970). Los AGV y el ácido láctico son absorbidos por vena porta y van a hígado, pero el exceso no puede ser depurado y pasan a torrente sanguíneo produciendo una acidosis metabólica, la cual debe ser compensada por mecanismos homeostáticos de la vaca (Häubi-Segura, 2004).

Conclusiones

La Teoría de Stewart permite predecir el pH de un fluido corporal si se conocen las concentraciones y constantes de equilibrio de *todas* las variables independientes. El modelo de simulación demostró que la caída en el pH ruminal se debe al acumulo de AGV y ácido láctico en conjunto a la reducción de salivación y bicarbonato de sodio. Las implicaciones de esta teoría, muchas veces controvertidas, obligan al investigador y al clínico a revisar muchos de los conocimientos tradicionalmente aceptados en biología, medicina veterinaria y nutrición animal.

Literatura Citada

- Dirksen, G. 1970. Acidosis. In: Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant. Proceedings of the Third International Symposium, Cambridge, England; August 1969, pp. 612-629. (Eds. A.T. Phillipson). Oriol Press Limited. Newcastle upon Tyne, UK.
- Dunlop, R. H. 1972. Pathogenesis of ruminant lactic acidosis. *Advances in Veterinary Science & Comparative Medicine*, 16: 259-302.
- Häubi Segura, C.U. 2004. Teoría Ácido-Básico de Stewart: Aplicaciones prácticas de una nueva teoría del balance del pH en los sistemas biológicos. Editorial Cigome, Toluca, México.
- Kauffmann, W. and Rohr, K. 1967. Ergebnisse gaschromatographischer Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren im Pansen. *Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde*, 22: 1-8.
- Kellum J.A., Elbers, P. 2009) Stewart's Textbook of Acid-Base
- Nikolov, Y. 1998. Clinical experimental studies on acute rumen acidosis in buffaloes (*Bubalus bubalis* L.). IV. Influence of acidosis on blood, rumen liquid and urine electrolytes. *Veterinarski Arhives*, 68:1, 1-9.
- Owens, F. N., Secrist, D. S., Hill, W. J. and Gill, D. R. 1998. Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 76:1, 275-286.
- Ryan, R. K. 1964. Concentration of Glucose and Low-Molecular-Weight Acids in the Rumen of Sheep Following the Addition of Large Amounts of Wheat to the Rumen. *American Journal of Veterinary Research*, 25:106, 646-651.
- Stewart, P.A. 1981. How to understand acid-base: a quantitative acid-base primer for biology and medicine / Peter A. Stewart. Elsevier, New York

Stewart, P.A. 1983. Modern quantitative acid-base chemistry. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 61:12, 1444-1461.

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DE VACAS HOLSTEIN A UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EN CONDICIONES SUB-TROPICALES

PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF HOLSTEIN COWS TO A COOLING SYSTEM IN SUB-TROPICAL CONDITIONS

Juan A. Hernández^{1,2}, Amos Palacios¹, Jorge Hernández¹, Francisco D. Álvarez³, Ulises Macías³, Leonel Avendaño³, Todd R. Bilby.²

¹ *Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.*

² *Texas AgriLife Research and Extension Service, Texas A&M System.*

³ *Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California.*

Resumen

Con el propósito de evaluar las respuestas fisiológicas de vacas Holstein en lactación a un sistema de enfriamiento en una zona sub-tropical, 16 vacas multíparas fueron asignadas a uno de dos tratamientos: 1) HE, 8 vacas Holstein con enfriamiento, y 2) H, 8 vacas Holstein sin enfriamiento. El sistema se colocó debajo de la sombra central del corral y consistió en 33 abanicos con dos válvulas para emisión de agua al frente del abanico (114 L/h). La información se analizó con un diseño completamente al azar. Las temperaturas de nalga (30.2 y 32.0, °C), costado derecho (30.6 y 32.6, °C), ubre (31.3 y 32.7, °C) y cabeza (28.5 y 30.2, °C) durante la mañana fueron menores ($P<0.05$) en el grupo HE que en el H, respectivamente. Durante la tarde, las temperaturas de nalga, costado derecho, ubre y cabeza fueron menores ($P<0.05$) en HE (34.9, 34.7, 35.1, y 33.6 °C, respectivamente) comparado con H (38.5, 38.3, 38.8, y 39.2 °C, respectivamente). Durante la mañana y tarde, la tasa respiratoria en H (74 y 111, resp./min) fue mayor ($P<0.05$) con respecto al grupo HE (61 y 88, resp./min). Estos resultados sugieren que el sistema de enfriamiento evaluado ayudó a reducir los efectos negativos del estrés calórico mejorando el bienestar de las vacas enfriadas durante condiciones de estrés calórico severo.

Palabras clave: enfriamiento artificial, vacas Holstein, estrés calórico.

Abstract

For the purpose of evaluating the physiological responses of lactating Holstein cows to one cooling system in a sub-tropical region, 16 multiparous cows were assigned to one of two treatments: 1) HE (Holstein cows cooled; $n=8$), and 2) H (control Holstein cows with shade only; $n=8$). The cooling system was placed under central shade, and consisted of 33 fans, that included two sprinklers at the front (114 L/h). The data information was analyzed in a completely randomized design. Skin temperatures of the hip region (30.2 vs. 32.0 °C), right flank (30.6 vs. 32.6 °C), udder (31.3 vs. 32.7 °C) and head (28.5 vs. 30.2 °C) in the morning were lower ($P<0.05$) in HE versus H cows, respectively. During the afternoon, ST of the hip, right flank, udder, and head were lower ($P<0.05$) in HE cows (34.9, 34.7, 35.1 and 33.6 °C, respectively) compared with H (38.5, 38.3, 38.8 and 39.2 °C, respectively). During the morning and afternoon, the respiration rate per minute (rpm) in H (74 and 111 rpm) group was greater ($P<0.05$) than in HE (61 and 88 rpm) group. These results suggest that the evaluated cooling system helped to reduce the negative effects of heat stress and improving the welfare of cows cooled during severe heat stress conditions.

Keywords: cooling system, Holstein cows, heat stress.

Introducción

El incremento de la temperatura ambiental debido al calentamiento global se ha intensificado principalmente en zonas desérticas, semidesérticas y sub-tropicales, resultando en veranos más intensos y calurosos. La reubicación de establos lecheros a consecuencia de una población en constante crecimiento, así como la disponibilidad de los recursos han obligado a los productores a pasar por alto las condiciones climáticas donde se construyen las nuevas explotaciones lecheras. Esta situación desafortunadamente tiene un alto costo, porque las condiciones climáticas como las altas temperaturas, compromete la eficiencia productiva y reproductiva de vacas lecheras en lactación (Armstrong, 1994), ya que se genera gran cantidad de calor metabólico que combinado con el incremento de la temperatura corporal conduce a una condición conocida como estrés calórico (EC) (Hahn, 1999). Sistemas de enfriamiento basados en aspersores de agua y abanicos permiten refrescar a vacas en lactación bajo condiciones de calor extremo, provocando un alivio que permite mejorar el estado de confort (Gebremedhin y Wu, 2001). El objetivo de este estudio fue evaluar algunas variables fisiológicas de vacas Holstein en lactación en respuesta a un sistema de enfriamiento bajo condiciones de EC.

Materiales y Métodos

Considerando los días en leche, número de partos y producción de leche previo al inicio del experimento, 16 vacas multíparas fueron asignadas a uno de dos tratamientos: 1) HE, 8 vacas Holstein bajo la sombra y enfriadas con un sistema de enfriamiento por 24 h durante el estudio, y H, 8 vacas Holstein bajo la sombra y sin enfriamiento. Ambos grupos de vacas fueron sometidos a un enfriamiento extra previo a la ordeña a las 1100 y 2300 h, que consistió en bañar a las vacas justo en la entrada de la sala con un sistema de aspersión de agua, posteriormente se refrescaron con abanicos colocados a lo largo de la sala de espera. Cada vaca contó con un área de 50 m² dentro del corral (220 vacas por corral). Los corrales contaron con dos áreas de sombra, una hecha de malla en la zona de las trampas y/o comederos y otra metálica al centro del corral. Esta última midió 9 m de ancho por 90 m de largo con orientación E-O. El nuevo sistema de enfriamiento fue colocado bajo los techos de las sombras a 4 m del nivel del piso. Este sistema operó las 24 h del día durante el tiempo de estudio. A una distancia de 1.5 m entre sí se instalaron 33 abanicos con una libertad de movimiento de 180°, contando cada uno de ellos con un sistema agua de alta presión integrado al frente, el cual incluyó dos válvulas de 25 mm de diámetro cada una que liberaron un total de 114 L de agua/h. Cada abanico contó con un motor de 1.2 hp de 825 rpm; la velocidad del aire fue de 10.0 kph a una distancia de 7.62 m, lo que equivale a un volumen de aire de 21, 747 m³/h. Las variables de respuesta se colectaron dos veces al día (0700 y 1500 h) durante todo el periodo experimental. Para la temperatura de las diferentes partes de la piel (cabeza, costado derecho, nalga y ubre) se usó una pistola con infrarrojo. En la tasa respiratoria (TR) se consideró el número de movimientos del tórax durante un minuto. Adicionalmente se tomaron las medidas de temperatura ambiental (TA) y humedad relativa (HR) para estimar el índice de temperatura y humedad (ITH). Las variables fisiológicas fueron analizadas bajo un modelo completamente al azar usando el procedimiento PROC MIXED del SAS Institute Inc. (2004). Se consideró una diferencia altamente significativa al valor de $P < 0.05$, y se considero tendencia al valor de $P > 0.05$ y > 0.10 .

Resultados y Discusión

Los valores máximos y mínimos para TA, HR e ITH por día se ilustran en las figuras 1 y 2. La TA máxima fue de 39.5 °C y la mínima de 25.9 °C, mientras que la HR fue 63.8 y 20 %, respectivamente. El ITH máximo fue de 83.9 unidades y el mínimo de 74.9 unidades. Un valor de ITH de 72 unidades es considerado como el punto en el cual la vaca lechera Holstein inicia con los efectos negativos del estrés calórico. Los valores de ITH de 70 unidades se consideran como confortables, de 72 a 78 unidades como estresantes y mayor a 78 se considera como un estrés de peligro moderado (Armstrong, 1994; West, 2003). En el ganado lechero durante este estudio, el promedio mínimo diario de ITH nunca estuvo en la zona de confort, en el cual se empieza a considerar como estrés calórico (ITH = 72 unidades). Más aún, durante el periodo experimental el ITH máximo tampoco estuvo por debajo de las 80 unidades, lo que sugiere que el estrés calórico fue severo durante el estudio. Las temperaturas de la piel (TP) en la región de la nalga (30.2 vs. 32.0 °C), costado derecho (30.6 vs. 32.6, °C), ubre (31.3 vs. 32.7, °C) y cabeza (28.5 vs. 30.2, °C) durante la mañana fueron menores ($P < 0.05$) en el grupo de vacas HE que en el grupo de las vacas H, respectivamente. Durante la tarde, las TP de la región de la nalga, costado derecho, ubre y cabeza fueron igualmente menores ($P < 0.05$) en vacas HE (34.9, 34.7, 35.1, y 33.6 °C, respectivamente) comparado con vacas H (38.5, 38.3, 38.8, y 39.2 °C, respectivamente). Blazquez et al. (1994) reportaron que el incremento en el flujo de sangre en la piel esta positivamente correlacionada con la tasa de sudoración. Esto sugiere que el total de las vacas de este estudio tuvieron que redireccionar el flujo sanguíneo hacia la periferia y/o a las glándulas sudoríparas para incrementar la tasa de sudoración (Dampney, 1974). Una tasa de sudoración alta en condiciones extremas de calor puede ayudar a refrescar a las vacas y mejorar el estado de confort, sin embargo, los resultados de esta investigación indicaron que la tasa de sudoración pudo no ser suficiente para reducir los efectos nocivos del EC. De este modo, el sistema de enfriamiento provocó un alivio extra en los animales del grupo HE, explicando las diferencias de las temperaturas de la piel respecto a las vacas H. Durante el verano, la TR de vacas lecheras es responsable de por al menos el 15 % de las pérdidas de calor; esta insuficiencia tiene como resultado una baja en la productividad. Asimismo, los resultados de este estudio por la mañana y la tarde indicaron que la TR en vacas H (74 y 111, resp./min) fue mayor ($P < 0.05$) con respecto a las vacas del grupo HE (61 y 88, resp./min). Por otro lado, bajo condiciones de EC la TR de vacas lecheras puede incrementarse hasta 80 resp./min más de lo normal (20 resp./min) en zona termo-neutral (Mount, 1979). Berman et al. (1985) encontraron que la TR empieza elevarse a partir de las 50 y 60 resp./min en temperaturas ambientales mayores a los 25 °C.

Conclusión

El sistema de enfriamiento redujo la temperatura de las distintas partes de la piel, así como la tasa respiratoria de vacas Holstein en lactación en condiciones de calor intenso. Un ambiente más fresco propicio un alivio frente al calor en vacas del grupo HE, generando un mejor estado de confort respecto a las vacas sin enfriamiento.

Literatura Citada

- Armstrong, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77:2044-2050.
- Berman, A., Y. Folman, M. MKalm, Z. Mamen, D. Wolfenson, A. Arieli, and Y. Graver. 1985. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high yielding dairy cows in a subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 68:1488-1498.
- Blazquez, N.B., S.E. Long, T.M. Mayhew, G.C. Perry, N.J. Prescott and C.M. Wathes. 1994. Rate of discharge and morphology of sweat glands in the perineal, lumbodorsal and scrotal skin of cattle. *Res. Vet. Sci.* 57:277-284.
- Dampney R. A. L. 1974. Cardiovascular alterations associated with bursts of panting in the exercising dog. *J. Physiol.* 238:17-36.
- Gebremedhin, K. G., and B. Wu. 2001. A model of evaporative cooling of wet skin surface and fur layer. *J. Therm. Biol.* 26:537-545.
- Hahn, G. L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Dairy Sci.* 77:10-20.
- Mount, L. E. 1979. *Adaptation to Thermal Environment: Man and His Productive Animals.* University Park Press, Baltimore, MD.
- SAS Institute Inc. 2004. *SAS/STATuser's guide software released 9.12.* Cary, NC: SAS Institute Inc.
- West, J. W. 2003. Effects of heat stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86:2131-2144.

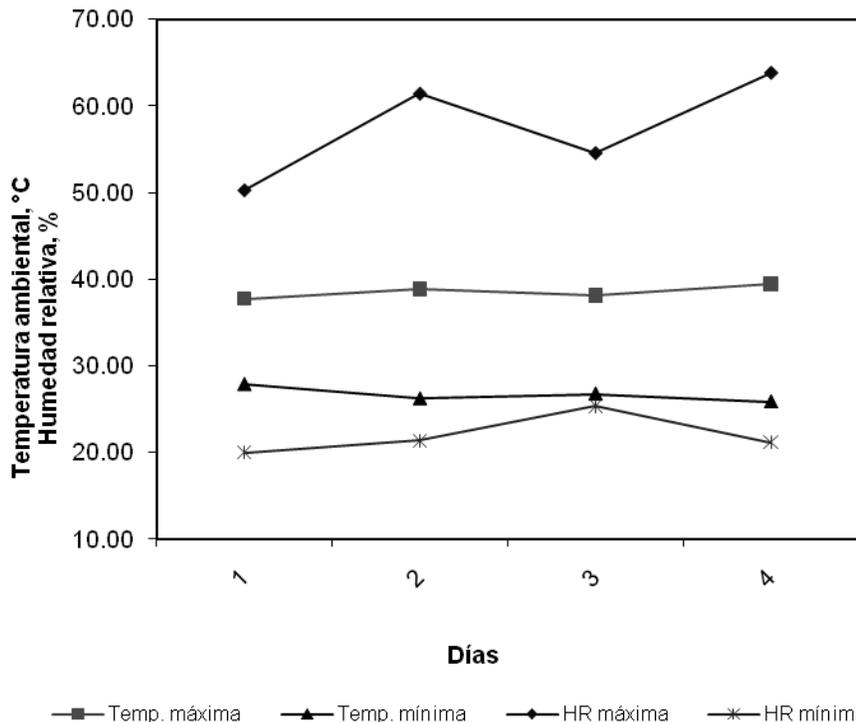


Figura 1. Temperatura ambiental y humedad relativa máxima y mínima durante los días de estudio.

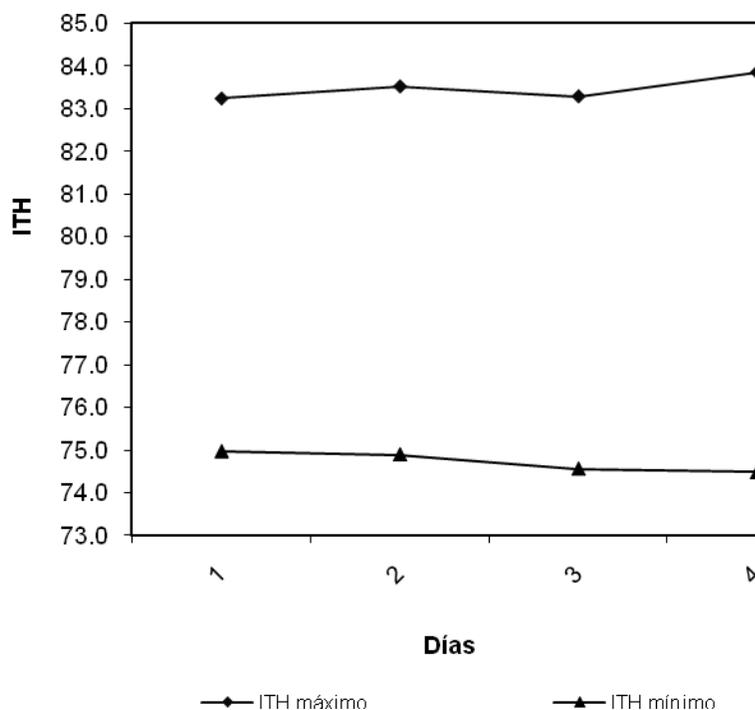


Figura 2. Índice de temperatura-humedad (ITH) máximo y mínimo durante los días de estudio.

Cuadro 1. Efecto del grupo genético y estrategias de enfriamiento sobre las temperaturas de las diferentes partes de la piel en vacas lecheras durante el verano.

	Grupo genético		E.E.	Valor-P
	HE	H		
Temperaturas de la piel				
Nalga AM, °C	30.22	31.96	0.3951	0.0031
Nalga PM, °C	34.88	38.47	0.4814	<0.0001
Costado derecho AM, °C	30.64	32.64	0.3769	0.0005
Costado derecho PM, °C	34.72	38.32	0.4032	<0.0001
Ubre AM, °C	31.27	32.73	0.3266	0.0027
Ubre PM, °C	35.05	38.76	0.3959	<0.0001
Cabeza AM, °C	28.50	30.17	0.5250	0.0289
Cabeza PM, °C	33.61	39.23	0.6039	<0.0001
Tasa respiratoria				
AM (resp./min)	61	74	2	<0.0001
PM (resp./min)	88	111	3	<0.0001

HE= vacas Holstein enfriadas; H= vacas Holstein sin enfriamiento; AM, variables colectadas a las 0700 h; PM, variables colectadas a las 1500 h.

EFFECTO DE PESO VIVO Y GRUPO GENÉTICO SOBRE LA EDAD AL PRIMER PARTO Y PRODUCTIVIDAD DE VACAS PRIMERIZAS EN YUCATÁN, MÉXICO

EFFECT OF LIVE WEIGHT AND GENETIC GROUP ON THE AGE AT FIRST CALVING AND PRODUCTIVITY IN PRIMIPAROUS COWS IN YUCATAN MEXICO

Jessica B. Herrera¹, Juan G. Magaña¹, Karlos E. Orozco²

¹Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.; ² Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. ysika_ho@hotmail.com

Resumen

Se utilizó información de hembras cuyo primer parto se registró del año 2006 al 2010, para estimar el efecto del peso vivo al empadrear y grupo genético (GG) sobre la edad al primer parto (EPP), peso al destete (PDA) y sobrevivencia predestete (SOB), de vacas primerizas en un rancho de Yucatán. Mediante análisis de varianza se probaron los efectos fijos de año y época de nacimiento, grupo de peso vivo al empadrear (GPV), GG e interacciones de primer orden entre los efectos y el error como efecto aleatorio sobre la EPP. El PDA se evaluó considerando a las vacas que parieron y destetaron a sus crías (PDVD) y a las vacas que parieron (PDVP). Para el análisis de las variables: peso al nacimiento, PDVP, PDVD y SOB se utilizó un modelo que incluyó los efectos de año, época, sexo del becerro, GPV y GG, interacciones de primer orden y el error aleatorio. Ninguna de las interacciones resultaron significativas ($P > 0.10$). Las hembras del grupo de >350 kg obtuvieron una EPP menor (972.3 d) y un mejor desempeño en los indicadores productivos. El GG con la menor EPP fue el de mayor cantidad de genes europeos (964.6 d) y las hembras F1 obtuvieron mejores PDVP, PDVD y SOB. Todos los efectos del modelo resultaron significativos. Se concluye en este estudio que el peso vivo al empadrear y el grupo genético afectaron la EPP, el PDVD, PDVP y sobrevivencia del becerro.

Palabras clave: Ganado, Carne, Genética, productividad, trópico.

Abstract

The data of 1127 cows were used; which calved for first time during 2006 to 2010, to estimate the effect of the live weight at breeding (LWB) and genetic group (GG) over the age at first calving (AFC), weaning weight at 240 days of age (WW), precalving survival (SUV), of *primiparous* cows in a ranch located in Yucatán. An analysis of variance was used, to test the fixed effects of year (Y) and season (S) of birth, group of live weight at breeding (GLW), GG and first order interactions between the effects and the error as random effect over the AFC. The WW was evaluated, first considering all the cows who calve and weaned their calves (WWWC). For the variables analysis birth weight, WWCC, WWWC, SUV a fixed model who included the effects of Y, S, calf sex, LWB, first order interactions and the random error was used. None of the interactions were significant ($P > 0.10$). The cows in the group of >350 kg obtained the lower AFC (972.3 d) and a better performance on the productive indicators. The GG with the lower AFC was the group of the largest amount of *Bos taurus* genes (964.6 d), and the F1 cows obtained the higher WWWC, WWCC and SUV. All the effects included in the model were significant. As a

conclusion in this study, the live weight at mating, as well the GG affects the AFC, the WWWC, WWCC and SUV.

Key words: beef cattle, genetics, productivity, tropics.

Introducción

Los sistemas de producción bovina en el trópico mexicano se caracterizan por ser de tipo extensivo, basándose en el pastoreo de especies mejoradas bajo condiciones de temporal con fluctuaciones en la cantidad y calidad de los forrajes por efecto de la estacionalidad, ocasionando bajos niveles de productividad que limitan la producción de carne de res (Cárdenas, 2010) El mejoramiento de los caracteres funcionales de las hembras (indicadores reproductivos), representan una oportunidad para elevar la productividad de dichos sistemas. En este sentido las hembras de reemplazo es uno de los grupos de mayor importancia, debido a que son el futuro grupo de cría dentro del hato y representan del 15 al 20% de los gastos totales del sistema (Calderón *et al.*, 1996). Se ha estimado que vacas que inician su actividad reproductiva a una edad más temprana en su primera temporada de empadre muestran una mayor cantidad de partos a lo largo de su vida productiva y un mayor número de animales de reemplazo en un período menor, al igual hembras que paren por primera vez alrededor de los dos años de edad pueden producir 138 kg más de becerro durante su vida, a comparación de aquellas que paren después de los tres años (Aranda-Ávila *et al.*, 2010). Sin embargo existen diversos factores nutricionales, de manejo y genéticos que influyen, para que la edad al primer parto ocurra alrededor de los dos años de edad. Se ha reportado las vaquillas que se preñan entre los 17-18 meses de edad son más pesadas y poseen una mejor condición corporal, que aquellas vaquillas que no lo logran (Sammelman *et al.*, 2001) y que las razas *Bos taurus* tienen un mejor desempeño productivo que las razas *Bos indicus* (Aban *et al.*, 2008). Con el fin de aprovechar el potencial reproductivo de las hembras de reemplazo en el trópico, es necesario conocer el comportamiento productivo y reproductivo de éstas, lo cual permitirá dirigir de manera eficiente los esfuerzos necesarios para obtener vaquillas que alcancen un primer parto con un tamaño óptimo, a una edad razonable y a costos adecuados. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del peso vivo al empadre y grupo genético sobre la edad al primer parto y la productividad de las vaquillas (peso al nacer, peso del primer becerro destetado, el peso al destete y supervivencia del becerro al nacer) en un hato bovino en el estado de Yucatán.

Materiales y Métodos

La información del presente estudio correspondió a un rancho productor de destetes localizado en Tizimín, Yucatán, México a una latitud de 21° 24' Norte y longitud de 88° 10' Este. Con un clima tropical sub-húmedo y una precipitación pluvial de 1000 mm al año. La temperatura media anual varía entre 24 °C y 28 °C (CNA, 2010). El manejo durante la lactancia de las becerras, consistió en pastoreo directo en praderas de pasto Guinea (*Panicum maximum*), con una carga animal de una vaca/Ha con o sin cría por año. El destete se realizó a los ocho meses de edad, manejándose todas las hembras en un solo grupo hasta su introducción al hato de empadre (20 meses de edad) con una carga animal de 0.7 UA por hectárea al año, sin suplementación. El rango de peso vivo fue entre 260 a 380 kg en el hato, sin embargo la edad era utilizada como criterio para la introducción de las hembras al hato reproductivo. En empadre se realizó con toros Brahman en una proporción 1: 40 a lo largo del año. Los animales pastorearon en praderas de pasto Guinea (*Panicum maximum*) de las 17:00 a las 07:00 horas, con carga animal de 1 hembra/Ha al año. Durante la época de secas, los animales recibieron pasto Taiwán picado (*Pennisetum purpureum*)

y polinaza (2 kg/animal/día). El diagnóstico de gestación se realizó cada tres meses y las hembras que resultaban preñadas se incorporaron al grupo de hembras gestantes. El hato estaba libre de Brucelosis y Tuberculosis, los animales se vacunaron contra derriengue anualmente y cada seis meses contra septicemia hemorrágica. La desparasitación interna se realizó antes de que las novillas se incorporaran al hato reproductor y después una vez al año antes de la época de lluvias. La información utilizada correspondió a 1127 hembras cuyo primer parto se registró durante los años de 2006 a 2010. Los registros del peso vivo de las novillas al primer empadre se distribuyeron como: grupo 1= 260 a 300 kg, grupo 2= 301 a 350 kg; y grupo 3 = 351 a 380 kg. También, se formaron los siguientes grupos genéticos: Cebú, F1 (50% genes europeos y 50% de genes cebú), < F1 (más del 50% de genes tipo Cebú) y >F1 (más del 50% de genes tipo europeo). Los genes europeos correspondieron a las razas Pardo Suizo Europeo y Charolais y los de tipo Cebú animales de la raza Brahman y cruzados con otras razas cebuínas. Se conformaron tres épocas de parto o nacimiento: Seca= febrero a mayo; Lluviosa= junio a septiembre y Nortes= octubre a enero. Al igual con las fechas de nacimiento y parto de las vacas se calculó la edad al primer parto (EPP). El peso al nacer y sexo de la cría se registraron dentro de las primeras 24 horas de vida. El peso de destete se ajustó a 240 días (PDA). El PDA se evaluó, primero considerando a las vacas que parieron y destetaron a sus crías (PDVP), y segundo, considerando a las vacas que parieron independientemente de haber destetado o no a sus crías (PDVD), para las vacas que no destetaron a sus crías se consideró como peso al destete cero kg. Finalmente, se estimó la sobrevivencia del becerro (1 = si se destetó, y 0 = si no se destetó). Se utilizó el análisis de varianza empleando los modelos lineales generales (SAS 2000), para probar los efectos fijos de año y época de nacimiento, grupo de peso vivo al empadre, grupo genético, las interacciones de primer orden entre los efectos y el error como efecto aleatorio sobre la edad al primer parto de las vacas. Ninguna interacción resultó significativa ($P>0.10$) y se eliminaron del modelo final para estimar las medias de cuadrados mínimos de cada uno de los efectos evaluados. Para el análisis de las variables PDVP, PDVD y sobrevivencia se utilizó un modelo fijo que incluyó los efectos de año y época de nacimiento, sexo del becerro, grupo de peso vivo y genético de la vaca e interacciones de primer orden y el error aleatorio. Ninguna de las interacciones resultaron significativas ($P>0.10$) y se eliminaron del modelo final para estimar las medias de cuadrados mínimos de cada uno de los factores incluidos en el modelo.

Resultados y Discusión

Los promedios y desviaciones estándar para el presente trabajo fueron 1021 ± 102 días, 32.7 ± 4.4 kg, 200.7 ± 27.9 kg, 177.9 ± 112.3 kg y $84.4 \pm 2.3\%$, para la edad al primer parto, peso al nacimiento, peso al destete por vaca destetada, por vaca parida y sobrevivencia del becerro, respectivamente. Todos los efectos incluidos en el modelo resultaron significativos ($P< 0.05$) (Cuadro 1).

Al contrario de lo encontrado por Mejía-Bautista *et al.* (2010), (1092 ± 9.1 d), las hembras en este estudio, que parieron en época de secas tuvieron un mejor comportamiento reproductivo y productivo, pariendo por primera vez a una edad más temprana (987.8 d) a pesar de que en los trópicos es una época de disminución en la calidad y la cantidad de los pastos, esto podría atribuirse a la suplementación que se le proporcionó a los animales en ésta época (Taiwán y pollinaza). Los becerros nacidos en época de secas, tuvieron mejores pesos al destete, esto se explica debido a que la etapa de crecimiento más rápida de los animales la atraviesan durante la época de lluvias, pudiendo la vaca obtener una mejor cantidad de nutrientes por la disponibilidad de pastos y que el destete a los 8 meses ocurrió al final de la época de lluvias y el comienzo de la época de nortes.

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos de algunas variables reproductivas y productivas de vacas primerizas de acuerdo a algunos factores en un rancho del oriente del estado de Yucatán.

Época de nacimiento	EPP \bar{X}	PN \bar{X}	PDVD \bar{X}	PDVP \bar{X}	Sobrevivencia (%)
Secas	987.8 ^a	32.9 ^a	209.8 ^a	195.2 ^a	86.88 ^a
Lluvias	1000.3 ^{ab}	33.3 ^a	191.9 ^c	171.0 ^b	86.22 ^a
Nortes	1015.5 ^b	32.8 ^a	200.4 ^b	174.1 ^b	84.05 ^b
Rango EE	9.2-12.6	0.26-0.31	1.73-2.02	5.11-8.12	0.41-1.39
Grupo de peso vivo					
<300	1035.5 ^c	32.4 ^b	196.9 ^b	170.2 ^b	81.21 ^b
301-350	995.0 ^b	33.8 ^a	203.7 ^a	186.7 ^a	87.45 ^a
>350	972.3 ^a	33.8 ^a	206.6 ^a	192.4 ^a	90.05 ^a
Rango de EE	5.2-10.1	0.21-0.42	1.4-2.9	3.7-7.8	0.92-1.95
Genotipo					
Cebú	1048.6 ^a	31.8	196.8 ^b	164.3 ^c	84.04 ^b
<F1	1007.3 ^b	32.3	201.2 ^a	180.8 ^b	86.64 ^a
F1	983.8 ^c	33.9	205.1 ^a	208.8 ^a	90.9 ^a
>F1	964.6 ^c	34.1	201.9 ^a	166.5 ^c	84.45 ^b
Rango de EE	7.4-10.6	0.25-0.44	1.74-2.02	2.8-7.1	0.95-2.01

^{a,b,c} Medias con distintas literales son diferentes estadísticamente $P < 0.05$.

El grupo de >350 kg presentó la EPP más corta (972.3 d), esta situación es similar a lo encontrado por Yohannes *et al.* 2011, donde obtuvo una EPP de 962 ± 42 d en vaquillas que fueron suplementadas y llegaron con un 65% de su peso vivo maduro al empadre.

En cuanto a los indicadores productivos, las hembras que pesaron menos de 300 kg al empadre obtuvieron los resultados más bajos para PDVD (196.9 kg) y sobrevivencia del becerro (81.21%), es probable que dichos resultados se deban a que una subalimentación durante la crianza de reemplazos, lo que puede resultar en un menor peso a la entrada del empadre, reflejándose en un incremento en la edad a la pubertad, alta mortalidad fetal, perinatal y post natal, decremento en el desarrollo de la glándula mamaria y como consecuencia un decremento en la producción potencial de leche, provocando bajos pesos al nacimiento, al destete y bajas tasas de sobrevivencia en las crías (Muhammad *et al.* 2011). La EPP encontrada en este estudio sugiere la importancia de la elección de las razas y del uso de animales cruzados. En cuanto a los indicadores productivos el más alto PN (34.1 kg), lo obtuvo el grupo >F1, y en cuanto al comportamiento productivo los resultados del grupo F1 fueron los más altos. El mejor resultado para el grupo de >F1 en cuanto al PN, es similar a lo reportado por varios autores, donde las razas *Bos indicus* tienden a tener un menor peso al nacer que las razas *Bos Taurus* (Riley *et al.* 2010). Los mejores resultados del grupo F1 sobre el PDVD y PDVP es mayor a lo reportado en otros trabajos en zonas tropicales (Mejía-Bautista *et al.* 2010), donde encontraron mejores promedios para las razas puras *Bos taurus* en comparación con sus cruza con Cebú. En cuanto a la tasa de sobrevivencia, las vacas del grupo F1 destetaron más becerros por vaca comparadas con las razas con mayor porcentaje de genes europeos. En un estudio conducido por Isea (1995), becerros cruzados de seis genotipos diferentes (*Bos taurus* y *Bos indicus*), destetados a los 180 días de edad y manejados intensivamente a pastoreo, tuvieron una tasa de mortalidad del 7%, este resultado según los autores obedeció a problemas de adaptación por parte de los becerros con mayor grado de cruzamiento europeo, por lo que el efecto de las vacas F1 sobre la sobrevivencia del becerro puede deberse a la rusticidad de las razas Cebú utilizadas en el estudio.

Conclusiones

El peso vivo al empadre fue un factor determinante para la edad a primer parto, PDVD, PDVP y sobrevivencia de la cría. Se encontró que las novillas con mejor comportamiento reproductivo y productivo fueron las que tenían mayor proporción de genes europeos, seguidas de las F1 en comparación con las cebuínas.

Literatura Citada

- Aban, J.A., Delgado, R., Magaña, J.G., Segura, J.C. 2008. Factores que afectan el porcentaje de gestación a 120 días posparto en vacas cebú y cruza con europeo en el sureste de México. *Avances en la Investigación Agrícola*. 12: 101.
- Aranda-Ávila, I., Magaña-Monforte, J.G., Segura-Correa, J.C. 2010. Effects of breed type and age at first calving on length of productive life in a cow-calf system in Southeastern Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 42:1737-1741.
- Calderón, R.C., Villa-Godoy, A. J., Lagunes, J. 1996. Determinación ultrasonográfica de la primera ovulación: asociación con la presentación de ciclos estrales regulares en vaquillas Cebú y Suizo Pardo mantenidas en el trópico. *Técnica Pecuaria México*. 34:79-83.
- Cárdenas, J.V. 2010. Evaluación de la productividad y la eficiencia energética en sistemas de producción de destetes bovino en el oriente de Yucatán. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México.
- Comisión nacional del Agua (CNA). Datos climatológicos. 2010. Disponible en www.cna.gob.mx. Revisado en Marzo 2011.
- Isea, W. 1995. Comportamiento materno, crecimiento predestete y sobrevivencia del becerro cruzado. Una revisión. *Revista Científica FCV-LUZ* 1: 41:46
- Mejía-Bautista G.T., Magaña, J.G., Segura-Correa, J.C., Delgado, R. and Estrad-León, R.J. 2010. Comportamiento reproductivo y productivo de vacas *Bos indicus*, *Bos Taurus* y sus cruces en un sistema de producción vaca:cría en Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12:289-301.
- Muhammad, F., Muhammad, A., Muhammad, N., Khalid, J., Masroor, E.B., Talat, N., Makhdoom, A.J. 2011. Effect of varying dietary energy levels during the last trimester of pregnancy on subsequent first lactation performance in Sahiwal heifers. *Tropical Animal Health and Production*. 10:1007-123.
- Riley, D.G., Chase, C.C., Coleman, S.W., Olson, T.A. and Randel, R.D. 2010. Evaluation of tropically adapted straightbred and crossbred beef cattle: Heifer age and size at first conception and characteristics of their first calves. *Journal of Animal Science*. 88:3173-3182.
- Semmelman, C.E.N., Lobato, J.F., Rocha, M.G. 2001. Efeito de sistemas de alimentação no ganho de peso e desempenho reproductivo de novilhas, Nelore acasaladas aos 17/18 meses. *Revista Brasileira Zootecnia*. 30: 835-843.
- Yohannes, G., Adugna, T., Rehrhie, M. 2011. Management options to accelerate growth rate and reduce age at first calving in Friesian-Boran crossbred heifers. *Animal Health and Production*. 43:393-399.

RELACIÓN DEL POLIMORFISMO EN EL GEN TIROSINA HIDROXILASA (TH) CON EL CRECIMIENTO EN GANADO CHAROLAIS

RELATIONSHIP OF POLYMORPHISM IN TYROSINE HYDROXYLASE (TH) GENE WITH GROWTH IN CHAROLAIS CATTLE

Diana L. Lourenco¹, Ana M. Sifuentes¹, G. Manuel Parra¹, Williams Arellano¹.

¹*Laboratorio de Biotecnología Animal, Centro de Biotecnología Genómica-IPN. Blvd. del Maestro Esq. con Elías Piña. Col. Narciso Mendoza. C.P. 88710. Cd. Reynosa, Tamaulipas, México. Email: lourencodiana@yahoo.es, asifuentes@ipn.mx, gparra@ipn.mx.*

Resumen

En el ganado bovino es de suma relevancia el análisis genómico de características de importancia económica. Dado que el temperamento está involucrado en la salud animal, el crecimiento, el desempeño y la reproducción. Genes que afectan el temperamento, pueden considerarse genes candidatos para características productivas, como el gen tirosina hidroxilasa (TH) que es el paso limitante en la producción de dopamina. Existen reportes de polimorfismos asociados a diversos rasgos conductuales, como actividad e impulsividad en perros. Previamente, en bovinos se identificó un nuevo SNP en el exón 13 del gen TH, el cual, posee frecuencias diferentes en cuatro razas bovinas y hasta ahora no se ha determinado su efecto funcional e impacto en características productivas. Por ello, este estudio tiene como finalidad evaluar el efecto del SNP del gen TH (rs109268356) en el peso al nacimiento y peso al destete en ganado Charolais. Para esto, se tipificaron 80 vacas mediante un ensayo de discriminación alélica, las frecuencias genotípicas obtenidas son de 0.0125 (TT), 0.2750 (TC) y 0.7125 (CC). Mientras que las frecuencias alélicas son de 0.85 para el alelo C y de 0.15 para el alelo T, observándose un exceso de homocigotos CC y mayor presencia del alelo C. El análisis mediante el procedimiento GLM mostró que existe una tendencia favorable ($P=0.06$) en el peso al destete para el genotipo CT (16.5Kg). Se propone que este polimorfismo sea evaluado en una población más numerosa.

Palabras claves: dopamina, comportamiento, SNP, peso al destete.

Abstract

In cattle it is relevant to the genomic analysis of economically important traits. Because temperament is involved in animal health, growth, and reproduction performance. Genes affecting the temperament can be considered candidate genes for production traits, such as gene tyrosine hydroxylase (TH) which is the rate limiting step in the production of dopamine. There are reports of polymorphisms associated with various behavioral traits such as impulsivity and activity in dogs. Previously, in cattle identified a novel SNP in exon 13 of TH gene, which possesses different frequencies in four breeds of cattle and so far not been determined functional effect and impact on production traits. Therefore, this study aims to evaluate the effect of TH gene SNP (rs109268356) in birth weight and weaning weight in Charolais cattle. For this, 80 cows were typed by allelic discrimination assay, the genotype frequencies obtained are 0.0125 (TT), 0.2750 (TC) and 0.7125 (CC). While allele frequencies are 0.85 for the C allele and 0.15 for the T allele, showing an excess of homozygous CC allele and an increased incidence of C. The analysis using the GLM procedure showed that there is a

favorable trend ($P = 0.06$) in weaning weight for genotype CT (16.5kg). It is proposed that this polymorphism is assessed in a larger population.

Key words: dopamine, behaviour, SNP, weaning weight.

Introducción

A nivel mundial, el ganado bovino posee un significativo valor económico, que genera interés para su conservación y mejora. En los últimos años, los avances en métodos moleculares han facilitado la detección de los polimorfismos, que en genes candidatos pueden ser potenciales marcadores asociados a características productivas, para incluirse en los programas de selección en bovinos. Para ello, los polimorfismos de un solo nucleótido (SNPs) son el centro de análisis, ya que son la fuente más abundante de variación genética entre individuos de cualquier especie y se ha estimado que existen cerca de 57,000 SNP en el genoma bovino, los cuales, son estudiados para establecer su asociación con rasgos productivos (*Matukumalli et al., 2009*). Estudios recientes han evaluado la relación entre el temperamento bovino y los rasgos productivos; ya que el comportamiento afecta características como el crecimiento y la eficiencia alimenticia en ganado de carne (*Nkrumah et al., 2007*). El temperamento bovino está involucrado en la salud animal, la respuesta inmunológica humoral, el crecimiento y la reproducción (*Burdick et al., 2011*); así como también en la producción láctea (*Hiendleder et al., 2003*). Debido a que el comportamiento manifiesta el bienestar del animal y afecta directamente sus rasgos productivos al modificar el balance general y el gasto energético diario, si los animales se enfrentan a diversos agentes estresantes, ya sean agudos o crónicos, siendo estos últimos los que impactan significativamente en las características bovinas de importancia económica. Por lo tanto, aquellos genes involucrados en el temperamento bovino a su vez, podrían considerarse genes candidatos para características productivas de importancia económica. En este sentido, tirosina hidroxilasa (TH) es un gen candidato de la ruta dopaminérgica, por ser el paso limitante en la producción de dopamina, catecolamina de importancia biológica y ampliamente estudiada en seres humanos, relacionándose con enfermedades neurológicas (esquizofrenia y parkinson), modificaciones del humor, cambios en actividades cognitivas, disminución de la actividad locomotriz, déficit de atención e hiperactividad (*Marsden, 2006*). Además, estudios del gen TH han reportado que existen cuatro SNPs con frecuencias significativamente diferentes entre razas de perros, por lo que se ha sugerido que estos pueden estar asociados a comportamiento animal (*Takeuchi et al., 2005*) y este año una repetición ubicada en el intrón 4 de TH ha sido asociada con actividad e impulsividad en perros pastor alemán (*Kubinyi et al., 2012*). En cuanto a estudios genéticos de TH en bovinos, existe un análisis previo que identificó un nuevo SNP en TH (rs109268356), ubicado en el exón 13, que posee frecuencias genotípicas y alélicas diferentes en cuatro razas bovinas (*Lourenco et al., 2012*), de lo cual, se desprende el presente estudio en ganado Charolais con la finalidad de evaluar el efecto del SNP del gen de TH (rs109268356) en los rasgos productivos de peso al nacimiento y peso al destete en ganado Charolais.

Materiales y Métodos

Se evaluaron 80 vacas de raza Charolais provenientes de una ganadería, de estas vacas se tomaron muestras de sangre por venopunción, se mantuvieron refrigeradas a 4°C en tubos vacutainer con EDTA hasta realizar la extracción de ADN usando el kit GeneElute™ Mammalian Genomic DNA Miniprep Kit (Sigma-Aldrich, U.S.A.). Para

determinar la variabilidad genética en TH se aplicó un ensayo de discriminación alélica empleando el marcaje con VIC para el alelo “C” y el marcaje con FAM para el alelo mutado “T” (TaqMan SNP Genotyping Assays, Applied Biosystems) con el equipo ABI PRISM 7000 (Real Time Sequence Detection System, U.S.A.) y el programa ABI Prism 7000 SDS versión 1.0, 2002 (Applied Biosystems), se emplearon como testigos muestras previamente tipificadas mediante secuenciación bidireccional.

Para el análisis estadístico se empleó el programa Genepop (v 4.0.10. Rousset, 2008) para estimar las frecuencias genotípicas y alélicas, se realizó la prueba de ajuste al equilibrio de Hardy-Weinberg (EHW) calculando el valor exacto de *P* por el método de la cadena de Markov. Para determinar la asociación entre el polimorfismo de TH y los registros fenotípicos de peso al nacimiento (PN) y peso al destete (PD), se realizó el análisis con el procedimiento de Modelos Lineales Generales (Generalized Linear Models, GLM) del paquete estadístico SAS para Windows, v9.00 del 2002, se calcularon las medias de cuadrados mínimos de los genotipos para cada característica, para todas las pruebas se consideró un nivel de significancia de $P \leq 0.05$ y valores 0.10 son considerados como tendencia.

Resultados

En cuanto a las frecuencias genotípicas y alélicas en el polimorfismo del gen TH (tabla 1), se observa que 57 individuos evaluados presentan el genotipo CC con una frecuencia de 0.7125, existen 22 heterocigotos (0.2750) y solo un individuo representa el genotipo TT (0.0125). En relación al Equilibrio de Hardy-Weinberg (EHW) se obtuvo un valor de $P= 0.7128$ (E.S.=0.0020) y las frecuencias alélicas para los alelos C y T son de 0.85 y 0.15 respectivamente.

Cuadro 1. Frecuencias genotípicas y alélicas del polimorfismo rs109268356 del gen de TH en ganado Charolais.

Frecuencias Genotípicas			Frecuencias Alélicas	
CC	CT	TT	C	T
0.7125	0.2750	0.0125	0.85	0.15

Para determinar la asociación entre el SNP y el peso corporal se excluyó el genotipo TT debido a su baja representatividad en la población estudiada, por lo cual, solo se evaluaron dos niveles en el procedimiento de Modelos Lineales Generales y en las medias de mínimos cuadrados que se presentan en la tabla 2, donde se observan que para el peso al nacimiento (PN) existe una diferencia entre los dos grupos, ya que los individuos del genotipo CC presentan 1.25Kg más que aquellos portadores del genotipo CT y estadísticamente no es significativo ($P= 0.41$). Mientras que en el peso al destete (PD) se observa una diferencia entre las medias de mínimos cuadrados de 16.5Kg entre los genotipos y estadísticamente existe una tendencia ($P= 0.06$).

Cuadro 2. Medias de mínimos cuadrados y error estándar por PN y PD en Charolais para el SNP (rs109268356).

Genotipo	PN	PD
CC	44.30 ± 0.814	233.20 ± 4.830
CT	43.05 ± 1.275	249.70 ± 7.567

Discusión

En este estudio los resultados indican que el SNP evaluado en el gen de tirosina hidroxilasa (TH) posee baja frecuencia genotípica y alélica, con mayor predominio del

alelo C, estas frecuencias observadas son similares a las reportadas previamente en otra población de 50 individuos de la misma raza (Lourenco *et al.*, 2012). Además, es el primer estudio donde se observa una tendencia de asociación entre los genotipos y el peso al destete, siendo favorable el genotipo CT para un mayor peso, lo cual, no se observa en el peso al nacimiento, tal vez debido a que el peso al nacimiento refleje la calidad de la alimentación intrauterina, y el peso al destete podría dar mayores indicios de la máxima expresión de los genes de las vaquillas y como estas variaciones genéticas les permiten un mayor aprovechamiento de los nutrientes para obtener mejores rendimientos en crecimiento, visible mediante la ganancia de peso al destete. El gen bovino de TH a pesar de ser un polimorfismo sinónimo de prolina posiblemente a lo largo del tiempo ha estado sometido a selección indirecta en el ganado Charolais, y existe un estudio que ha reportado el polimorfismo del intrón 4 del gen TH asociado con rasgos del comportamiento canino (Kubinyi *et al.*, 2012), por lo cual, cada vez toman más relevancia los polimorfismos sinónimos e intrónicos.

Conclusiones

En este estudio se ratifica que el SNP de tirosina hidroxilasa (TH) es polimórfico, con significativa diferencia de sus frecuencias y una tendencia de asociación siendo favorable el genotipo CT para el peso al destete, por lo cual, este gen candidato requiere más estudios con mayor número de animales y datos productivos para ser concluyentes.

Literatura Citada

- Burdick NC, Randel RD, Carroll JA, Welsh TH. 2011. Interactions between temperament, stress, and immune function in cattle. *Int J of Zoology* 373197, 1-9.
- Hiendleder S, Thomsen H, Reinsch N, Bennewitz J, Leyhe B, Looft C, *et al.* 2003. Mapping of QTL for Body Conformation and Behavior in Cattle. *J Hered* 94: 496-506.
- Kubinyi E, Vas J, Hejjas K, Ronai Z, Brúder I, Turcsán B, *et al.* 2012. Polymorphism in the Tyrosine Hydroxylase (TH) Gene is associated with activity-impulsivity in German Shepherd dogs. *Plos ONE* 7 (1): e30271.
- Lourenco-Jaramillo DL, Sifuentes-Rincón AM, Parra-Bracamonte GM, Segura-Cabrera A, De la Rosa-Reyna X, Arellano-Vera W. 2012. Genetic Diversity of Tyrosine Hydroxylase (TH) and Dopamine β -Hydroxylase (DBH) genes in cattle breeds. *Genet Mol Biol* 35 (2): 435-440.
- Matukumalli LK, Lawley CT, Schnabel RD, Taylor JF, Allan MF, *et al.* 2009. Development and Characterization of a High Density SNP Genotyping Assay for Cattle. *Plos One* 4 (4): e5350.
- Marsden C. 2006. Dopamine: The rewarding years. *Brit J Pharmacol* 147: 136-144.
- Nkrumah JD, Crews HJ, Basarab JA, Price MA, Okine EK, Wang Z, Li C. 2007. Genetic and phenotypic relationships of feeding behavior and temperament with performance, feed efficiency, ultrasound, and carcass merit of beef cattle. *J Anim Sci* 85: 2382-2390.
- Rousset F. 2008. Genepop 07: A complete reimplementation of the Genepop software for Windows and Linux. *Mol Ecol Res* 8: 103-106.
- Takeuchi Y, Hashizume C, Chon E, Momozawa Y, Masuda K, Kikusui T, *et al.* 2005. Canine Tyrosine Hydroxylase (TH) Gene and Dopamine β -Hydroxylase (DBH) Gene: Their Sequences, Genetic Polymorphisms, and Diversities among Five Different Dog Breeds. *J Vet Med Sci* 67: 861-867.

EFFECTO DE TRATAMIENTOS HORMONALES EN LA FERTILIDAD DE GANADO BOVINO PRODUCTOR DE CARNE BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO

EFFECT OF HORMONAL TREATMENTS ON FERTILITY OF BEEF CATTLE MANAGED UNDER HEAT STRESS CONDITIONS

*Pablo Luna¹, José C. Leyva¹, Fernando Rivera¹, María G. Méndez¹ y José M. Aceves¹

Instituto Tecnológico de Sonora. Calle 5 de febrero 818 sur, colonia Centro. CP 8500. Ciudad Obregón, Sonora, México. pluna@itson.mx

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la eficiencia de diferentes tratamientos hormonales sobre la fertilidad posterior a la inseminación artificial (IA) en ganado bovino productor de carne bajo condiciones de estrés calórico. Un total de 125 vacas de las razas Charolais X Criollo fueron asignadas durante el mes de Julio a los siguientes tratamientos: Ovsynch + Norgestomet (T1; n=31), Ovsynch + CIDR (T2; n=33), Heatsynch + Norgestomet (T3; n=30) y Heatsynch + CIDR (T4; n=31). Todas las hembras fueron inseminadas de 48 a 72 horas posteriores al tratamiento hormonal, momento durante el cual se midió el tamaño folicular. El diagnóstico de gestación se realizó por medio de ultrasonografía a los 30 días siguientes a la IA. La frecuencia respiratoria, temperatura ambiental y humedad relativa fueron colectadas diariamente para corroborar la existencia de condiciones estrés calórico. Todas las vacas mostraron un folículo mayor a 10 mm al momento de la IA. Se encontró diferencia ($P < 0.05$) en los porcentajes de gestación obtenidos en los tratamientos T1 y T2 (67.7 y 69.6%, respectivamente), en comparación con los tratamientos T3 y T4 (83.3 y 83.8%, respectivamente). El índice temperatura humedad fue superior a las 80 unidades y la FR promedió más de 80 resp/min, indicando la presencia de estrés calórico durante el estudio. Se concluye que el protocolo hormonal Heatsynch es una estrategia más eficiente para mejorar la fertilidad en ganado de carne manejado bajo condiciones de estrés calórico.

Palabras clave: estrés calórico, fertilidad, heatsynch, ovsynch.

Introducción

Las condiciones de calor extremo que caracterizan la época de verano en el noroeste de México afectan en forma importante la fertilidad del ganado bovino productor de carne. Diversos tratamientos hormonales han emergido como estrategias para elevar la fertilidad en ganado bovino que es sometido a IA. Los programas para realizar la IA a tiempo fijo han facilitado en gran medida su adopción como una técnica común de manejo. Los elementos clave para que un programa de sincronización de estros sea exitoso, son un rápido descenso en los niveles séricos de progesterona (P4), así como el crecimiento y ovulación sincronizados de un folículo viable. Por lo tanto, los métodos actuales para regular el ciclo estral requieren de un control preciso de la fuente interna de P4 que es el cuerpo lúteo (CL), así como del desarrollo de la onda folicular que controla el momento preciso de la ovulación (Leitman et al., 2008). El monitoreo de los folículos ováricos y el CL por medio de la ultrasonografía trans-rectal en la vaca, ha mejorado el entendimiento sobre el ciclo estral bovino, y particularmente de los cambios que ocurren durante

una onda folicular. Como resultado, esfuerzos recientes para desarrollar programas más efectivos para la regulación del estro han sido enfocados a la sincronización de la onda folicular con hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), seguida 7 días después de la aplicación de un agente luteolítico como la Prostaglandina F2-alfa (PGF2 α). Adicionalmente, estos protocolos han sido combinados con implantes subcutáneos o intravaginales de progesterona sintética con la finalidad de asegurar la respuesta ovulatoria posterior a la aplicación del agente luteolítico. Sin embargo, condiciones ambientales como el calor extremo pueden afectar el crecimiento folicular e interferir con los mecanismos hormonales que desencadenan el proceso ovulatorio al final del tratamiento hormonal. Debido a la importancia que representa esta fase final del tratamiento, diversos productos hormonales diferentes al GnRH han sido propuestos, tales como el cipionato de estradiol (ECP), cuyo efecto sobre el proceso ovulatorio es más directo que el del GnRH. Roth (2008) sugiere la utilización de programas hormonales para sincronizar la ovulación, previo monitoreo con ultrasonido, en ganado bovino bajo estrés calórico como una estrategia para asegurar el adecuado desarrollo del folículo y del ovocito.

Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue el de comparar los porcentajes de preñez en ganado bovino productor de carne sometido a diferentes tratamientos hormonales para la sincronización de la ovulación y manejado bajo las condiciones típicas de calor extremo que prevalecen en el noroeste de México.

Materiales y Métodos

Localización del sitio experimental

La presente investigación se llevó a cabo en el rancho “La Ventana”, el cual se encuentra ubicado en el municipio de Cajeme, situado en las coordenadas geográficas 27° 20´ 40” de Latitud Norte y 110° 13´ 04” de Longitud Oeste; con una altitud de 35 metros sobre el nivel del mar; una temperatura anual máxima de 47.60°C y mínima de 4.35°C, y con una precipitación pluvial promedio de 623.7 mm (S.A.G.A.R., 1996).

Tratamientos

Se utilizaron 125 vacas de la razas Charolais x Criollo, de 3 a 5 años de edad, de 1 a 3 partos, con una condición corporal promedio de 5 (escala del 1 al 9, donde 1=emaciada y 9=obesa) (Leitman *et al.*, 2008), y con alrededor de 90 días posparto, las cuales fueron divididas en forma aleatoria en cuatro grupos experimentales. El tratamiento 1 (T1; Ovsynch + Norgestomet) integrado por 31 vacas, recibió el día 0 la aplicación intramuscular (IM) de 100 μ g de GnRH más un implante subcutáneo (SC) de 3 mg de un progestágeno sintético (Norgestomet), el cual fue retirado al día 7 junto con la aplicación IM de 25 mg de PGF2 α . Posteriormente, se aplicó una segunda dosis IM de 25 mg de PGF2 α al día 9. El tratamiento 2 (T2; Ovsynch + CIDR) formado por 33 vacas, recibió el mismo tratamiento hormonal que el T1, a excepción del Norgestomet, el cual fue substituido por un dispositivo intravaginal a base de progesterona (CIDR). Los tratamientos 3 (T3; Heatsynch + Norgestomet) y 4 (T4; Heatsynch + CIDR), integrados por 30 y 31 vacas, fueron idénticos a los tratamientos T1 y T2, respectivamente, con excepción de la aplicación IM de GnRH el día 9, la cual fue substituida por 2 mg vía IM de Cipionato de Estradiol (ECP) el día 8. Todas las vacas fueron sometidas a IA a través de la técnica recto-cervical. La inseminación artificial se llevó a cabo inmediatamente después de la IA en los grupos T1 y T2, y a las 48 h

posteriores a la aplicación del ECP en los grupos T3 y T4. Finalmente, se realizó el diagnóstico de preñez por ultrasonografía a los 30 días posteriores a la IA en los cuatro grupos experimentales, utilizando un equipo de ultrasonido Sonovet 600 con transductor lineal transrectal de 7.5 MHz.

Análisis Estadístico

Las variables analizadas fueron el porcentaje de hembras con folículo de tamaño superior a los 10 mm al momento de la IA, así como el porcentaje de preñez a los 30 días posteriores a la inseminación artificial para los 4 grupos. Para analizar dichas variables, se utilizó la prueba de Ji-cuadrada para determinar si existía diferencia estadística ($P < 0.05$) entre tratamientos. El análisis estadístico se realizó utilizando el procedimiento PROC FREQ del paquete estadístico S.A.S (V9.2; SAS Institute, Cary, NC).

Resultados y Discusión

El cuadro 1 muestra que el 100% de las hembras tenían un folículo mayor a 10 mm al momento de la IA. Asimismo, se muestran los porcentajes de gestación para cada tratamiento, lo cuales fueron 67.7 y 69.6, para los grupos T1 y T2, así como 83.3 y 83.8% para los grupos T3 y T4, respectivamente. La tasa de preñez no difirió dentro de los grupos tratados con el protocolo Ovsynch (T1 y T2), ni dentro de los tratamientos hormonales Heatsynch (T3 y T4); sin embargo, sí se encontró diferencia ($P < 0.05$) entre los protocolos Ovsynch en comparación con los protocolos Heatsynch, siendo estos últimos más eficientes. Ello se atribuye a que el efecto del ECP sobre el proceso ovulatorio puede ser más rápido debido a que su acción es directa sobre el eje hipofisario para promover la liberación de la hormona luteinizante (LH), la cual es la responsable de la maduración final del ovocito y de la ovulación. Por otra parte, el efecto del GnRH sobre el proceso ovulatorio se cree que puede ser menos efectivo ya que su nivel de acción es en hipófisis para promover inicialmente la liberación de FSH y posteriormente la de LH. Los 4 protocolos experimentales aseguraron la presencia de un folículo dominante (>10 mm) al momento de la IA, razón por la cual se asume que el ECP fue más efectivo para promover el crecimiento del folículo dominante hasta la ovulación bajo condiciones de estrés calórico, debido a que durante el periodo de desarrollo del presente estudio el ITH supero las 80 unidades, mientras que la frecuencia respiratoria promedio fue ~ 82 resp/min., indicando la existencia de estrés calórico.

La aplicación de GnRH en conjunto con progestágenos sintéticos ha demostrado ser eficiente en la inducción del estro y ovulación, así como la subsecuente tasa de preñez (Stevenson *et al.*, 2000). Sin embargo, si el folículo carece de la habilidad de alcanzar el tamaño de un folículo dominante previo al momento de la IA, la aplicación de GnRH podría ser insuficiente para asegurar el rompimiento del folículo ovulatorio (Atkins *et al.*, 2008). Según ha sido reportado por Roth (2008), la existencia de condiciones ambientales que propician el estrés calórico reduce su capacidad de respuesta a la presencia de gonadotropinas debido a alteraciones dentro del mismo folículo, las que también alteran la habilidad competitiva del ovocito que se encuentra madurando dentro del folículo dominante.

Adicionalmente, la inclusión de compuestos esteroidales como estradiol, han demostrado también su eficacia en programas para inducir la ovulación en bovinos. Duffy *et al.* (2004) desarrollaron un estudio para evaluar el efecto de la adición de estradiol después de remover el progestágeno

sintético, sobre la dinámica folicular, estro y ovulación. Como resultado se obtuvo que la administración de 5 mg de estradiol y 3 mg del progestágeno resultó en la emergencia de una nueva onda folicular, y una eficiente inducción del estro, aún y cuando la tasa ovulatoria no difirió entre los tratamientos utilizados. Martínez *et al.* (2002) realizaron un experimento similar al comparar los rangos de preñez cuando el GnRH o el estradiol son aplicados en un programa de sincronización del estro basado en acetato de melengestrol. Los rangos de preñez fueron más altos en los grupos de GnRH y estradiol y más bajos para el grupo control, concluyendo que tanto GnRH como estradiol en combinación con un progestágeno (MGA), sincronizan la onda folicular emergente y favorece la preñez.

Otros tratamientos hormonales han sido también aplicados para asegurar el proceso ovulatorio en vacas sincronizadas, tal y como la adición de la gonadotropina coriónica humana (hCG), la cual tiene un efecto directo sobre el folículo ovulatorio por lo que podría favorecer la ovulación en vacas sincronizadas en regiones donde prevalece el estrés calórico. Para evaluar la eficacia de la inclusión de hCG en programas para sincronizar la ovulación en bovinos, Stevenson *et al.* (2000) administraron 3,300 UI de hCG y obtuvieron un incremento del 13.6% en la tasa de gestación en comparación con un grupo control que no utilizó hCG. Burns *et al.* (2008) encontraron que los niveles de progesterona después de la sincronización fueron superiores al usar hCG en lugar de GnRH, lo cual podría deberse a la formación de cuerpos lúteos adicionales por efecto de la hCG.

Conclusiones

La adición de estradiol en protocolos hormonales (Heatsynch) para sincronizar la ovulación ha mostrado eficiencia para mejorar la fertilidad posterior a la IA en ganado bovino productor de carne manejado bajo condiciones de estrés calórico. Aún y cuando las condiciones ambientales de calor extremo afectan los mecanismos hormonales que conducen a la ovulación, es probable que el estradiol actúe de manera directa sobre centros reguladores del proceso ovulatorio, a diferencia de otros compuestos hormonales que son más sensibles a efectos ambientales debido a que su mecanismo regulador de la ovulación es más tardado.

Cuadro 1. Respuesta ovárica y porcentajes de preñez obtenidos entre ambos grupos

Tratamiento	N	Folículo Ovulatorio >10 mm	Porcentaje de Preñez n	%
1 (Ovsynch + Norgestomet)	31	100	21	67.7 ^a
2 (Ovsynch + CIDR)	33	100	23	69.6 ^a
2 (Heatsynch + Norgestomet)	30	100	25	83.3 ^b
2 (Heatsynch + CIDR)	31	100	26	83.8 ^b

^{a,b}Literales diferentes indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

Literatura Citada

- Atkins, J.A., D.C. Busch, J.F. Bader, D.H. Keisler, D.J. Patterson, M.C. Lucy, and M.F. Smith. 2008. Gonadotropin-releasing hormone-induced ovulation and luteinizing hormone release in beef heifers: Effect of day of the cycle. *J. Anim. Sci.* 86:83-93.
- Burns, M. G., Buttrey, B. S., Dobbins, C. B., Martel, C. A., Olson, K. C., Lamb, G. C. & Stevenson, J. S. 2008. Evaluation of human chorionic gonadotropin as a replacement for gonadotropin-releasing hormone in ovulation-synchronization protocols before fixed timed artificial insemination in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 86:2539-2548.
- Duffy P., Crowe, M. A., Austin, E. J., Mihn, M., Boland, M. P. & Roche, J. F. 2004. The effect of eCG or estradiol at or after norgestomet removal on follicular dynamics, estrus and ovulation in early post-partum beef cows nursing calves. *Theriogenology* 61(4): 725-734.
- Leitman, N. R., Busch, D. C., Bader, J. F., Mallory, D. A., Wilson, D. J., Lucy, M. C., Ellersieck, M. E., Smith, M. F. & Patterson, D. J. 2008. Comparison of protocols to synchronize estrus and ovulation in estrous-cycling and prepubertal beef heifers. *J. Anim. Sci.* 86:1808-1818.
- Martinez, M.F., Kastelic, J. P., Adams, G. P. & Mapletoft, R. J. 2002. The use of a progesterone-releasing device (CIDR-B) or melengestrol acetate with GnRH, LH or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 80:1746-1751.
- Roth, Z. 2008. Heat stress, the follicle, and its enclosed oocyte: mechanisms and potential strategies to improve fertility in dairy cows. *Reprod. Domestic. Anim.* 43 Suppl. 238-244.
- S.A.G.A.R. (1996). Boletín informativo sobre climatología en el Valle del Yaqui
- Stevenson J.S., Thompson, K. E., Forbes, W. L., Lamb, G. C., Grieger, D. M. & Corah, L. R. 2000. Synchronizing estrus and (or) ovulation beef cows after combinations of GnRH, norgestomet, and prostaglandin f2alpha with or without timed insemination. *J. Anim. Sci.* 78: 1747:1758.

SELECCIÓN DE SEMENTALES CHAROLÁIS CON BASE EN SUS DIFERENCIAS ESPERADAS EN LA PROGENIE PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL PESO AL NACER Y AL DESTETE

SELECTION OF CHAROLAIS SIRES BASED ON THEIR EXPECTED PROGENY DIFFERENCES FOR THE GENETIC IMPROVEMENT OF BIRTH AND WEANING WEIGHTS

Guillermo Martínez¹, Ángel Ríos², Moisés Montaña³, Jorge V. Rosete², Jesús Bustamante¹, Mario Ramírez², Aurelio Borrayo¹, Antonio Palacios¹, Abraham Fragoso² y Vicente E. Vega².

¹CIR-Pacífico Centro, INIFAP, ²CIR-Golfo Centro, INIFAP, ³CENID-Fisiología, INIFAP.

Resumen

Se evaluó en qué magnitud las diferencias esperadas en la progenie (DEP) calculadas en las evaluaciones genéticas mexicanas para sementales Charoláis reflejan diferencias veraces entre los pesos al nacer y al destete de sus crías. Se analizaron peso al nacer (PN, n=122) y peso al destete ajustado a 205 días de edad (PA205, n=120) de crías nacidas en 2009 y 2010. Las crías nacieron de vacas inseminadas con semen de cuatro sementales Charoláis con DEP y confiabilidades como sigue: para PN, semental 1 (S1) con 2.89 kg y 0.98; semental 2 (S2) con 0.62 kg y 0.90; semental 3 (S3) con 0.68 kg y 0.94; y semental 4 (S4) con -0.15 kg y 0.91; y para PA205, S1 con 12.44 kg y 0.97; S2 con 1.69 kg y 0.85; S3 con 6.01 kg y 0.92; y S4 con -3.57 kg y 0.87. Los modelos estadísticos utilizados incluyeron los efectos de rancho, año y época de nacimiento, sexo, semental y rancho*año. Año, época y rancho*año fueron importantes ($P<0.05$) para PN. Para PA205 sólo rancho*año fue significativo ($P<0.05$). Las medias de cuadrados mínimos para PN y PA205 fueron: 37.62±1.4 y 203.67±8.1 kg para S1; 36.08±1.4 y 194.65±8.2 kg para S2; 35.52±1.4 y 193.92±7.9 kg para S3; y 32.37±1.7 y 187.06±9.9 kg para S4. Se concluye que las DEP calculadas en las evaluaciones genéticas mexicanas Charoláis reflejan diferencias válidas entre los valores genéticos de los sementales para PN y PA205 y son una herramienta adecuada para el mejoramiento genético de ambas características.

Palabras Clave: bovinos carne, peso al destete, diferencias esperadas en la progenie.

Abstract

The objective was to evaluate in what magnitude the expected progeny differences (EPD) from Mexican genetic evaluations of Charolais sires reflect truthful differences between the birth and weaning weights of their calves. Birth weight (BW, n=122) and weaning weight adjusted to 205 days of age (WW205, n=120) of calves born in 2009 and 2010 were analyzed. Calves were born from cows inseminated with semen from four Charolais bulls with EPD and accuracies as follows: for BW sire 1 (S1) with 2.89 kg and 0.98; sire 2 (S2) with 0.62 kg and 0.90; sire 3 (S3) with 0.68 kg and 0.94; and sire 4 (S4) with -0.15 kg and 0.91; for WW205 S1 with 12.44 kg and 0.97; S2 with 1.69 kg and 0.85; S3 with 6.01 kg and 0.92; and S4 with -0.57 kg and 0.87. Statistical models included the effects of ranch, year and season of birth, sex, sire and ranch*year. Year, season and ranch*year were important ($P<0.05$) for BW. Only ranch*year was significant ($P<0.05$) for WW205. Least squares means for BW and WW205 were 37.62±1.4 and 203.67±8.1 kg for S1; 36.08±1.4 and 194.65±8.2 kg for S2; 35.52±1.4

and 193.92 ± 7.9 kg for S3; and 32.37 ± 1.7 and 187.06 ± 9.9 kg for S4. It is concluded that EPD from Mexican genetic evaluations of Charolais reflect valid differences between the breeding values of sires for BW and WW205 and are an appropriate tool for the genetic improvement of both traits.

Key words: beef cattle, weaning weight, expected progeny differences.

Introducción

Las evaluaciones genéticas que involucran grandes poblaciones son la manera más adecuada para comparar animales criados bajo condiciones diversas dentro de un país o región, para una raza específica. A los valores genéticos individuales que se obtienen de las evaluaciones genéticas nacionales se les conoce como Diferencias Esperadas en la Progenie (DEP) y son un indicador del mérito genético que el animal puede transmitir a sus descendientes. La utilidad de las DEP radica en que éstas permiten comparar y jerarquizar animales pertenecientes a una misma raza, aunque hayan sido desarrollados en ambientes diferentes (Bourdon, 2000).

La efectividad de las DEP como una herramienta genética para mejorar, mediante selección, características de importancia económica del ganado bovino para producción de carne ha sido comprobada en diferentes países. Así, un estudio realizado con ganado Angus estableció que las DEP fueron una herramienta efectiva para disminuir el peso al nacer y aumentar el peso al año de edad de manera simultánea (Arnold *et al.*, 1990). Por otro lado, un experimento con toros Angus y Hereford seleccionados por su mérito genético para producción de leche estableció que las hijas de toros con DEP positivas produjeron más leche y crías más pesadas al destete comparadas con las crías de las hijas de toros con DEP negativas (Minick *et al.*, 2001). De manera similar, otro estudio en el que se evaluó el comportamiento materno de ganado Angus estableció que las DEP para producción de leche determinaron de manera importante las diferencias en el peso al destete de las crías (Baker *et al.*, 2003). Así, los resultados previos sustentan la validez de las DEP como una herramienta eficaz para el mejoramiento genético de los bovinos carne.

En México los criadores de ganado de registro y sus clientes, los ganaderos comerciales, no están utilizando de manera eficiente las DEP para mejorar genéticamente sus hatos. Una evidencia de lo anterior son las tendencias genéticas publicadas por diferentes asociaciones de criadores las cuales muestran que las DEP para peso al nacer, peso al destete directo y peso al destete materno se han mantenido erráticas a través de los años, sin que se haya presentado un cambio favorable substancial (Charolais, 2008; Simmental, 2008; Limousin 2008). Entre algunas de las causas que pueden explicar el escaso avance genético de los bovinos carne en México está el desconocimiento y la falta de capacitación de los ganaderos en el uso de las DEP como herramienta genética valiosa, lo cual se traduce en la subutilización de esta tecnología. Considerando lo anterior y para promover el uso de las DEP para el mejoramiento genético del peso al destete se planteó el presente estudio con el objetivo de evaluar en qué magnitud las DEP que se calculan en las evaluaciones genéticas mexicanas para sementales de la raza Charolais reflejan diferencias veraces entre los pesos al nacer y al destete de las crías nacidas en ranchos que producen becerros para la engorda.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en dos sitios experimentales (S.E.) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-SAGARPA). Se analizaron peso al nacer (PN, n=122) y peso al destete ajustado a 205 días de edad (PA205, n=120) de crías nacidas en los años 2009 y 2010. El S.E. “El Verdineño” se encuentra ubicado en el municipio de Santiago Ixcuintla Nayarit, México, bajo condiciones de trópico subhúmedo Aw₂, con una precipitación pluvial promedio de 1,200 mm, una temperatura media anual de 24 °C y una época de secas que fluctúa entre siete y ocho meses al año (Sistema Estatal de Monitoreo Agroclimático Nayarit, 2007). El S.E. “Las Margaritas se encuentra ubicado en el municipio de Hueytamalco Puebla, México, bajo condiciones de clima subtropical húmedo semicálido Af(c), una temperatura media anual de 21 °C, un periodo definido de lluvias de julio a octubre y un periodo de baja temperatura con llovizna que inicia a finales de octubre y termina a finales de febrero. La precipitación pluvial promedio anual es de 3000 mm.

En cada S.E. se realizaron dos empadres con duración promedio de 45 días cada uno, en los que se utilizó inseminación artificial con semen de cuatro sementales Charoláis que contaban con DEP y confiabilidades como sigue: para PN, semental 1 con 2.89 kg y 0.98; semental 2 con 0.62 kg y 0.90; semental 3 con 0.68 kg y 0.94; y semental 4 con -0.15 kg y 0.91; Para PA205, semental 1 con 12.44 kg y 0.97; semental 2 con 1.69 kg y 0.85; semental 3 con 6.01 kg y 0.92; y semental 4 con -3.57 kg y 0.87. Las DEP y sus confiabilidades se tomaron de la Evaluación Genética 2011 publicada por la asociación “Charoláis Charbray Herd Book de México”. La mayoría de las hembras utilizadas en los apareamientos fueron vacas cruzadas con proporciones variables de razas *Bos taurus* y *Bos indicus* y fueron asignadas aleatoriamente a los cuatro sementales utilizados en los empadres. Durante la lactancia las vacas se mantuvieron en pastoreo rotacional en praderas de temporal con cobertura de pastos Llanero, Guinea, Estrella y nativo. Las crías permanecieron con las vacas hasta el destete, que se realizó a los 7 meses de edad, en promedio. Los datos se analizaron con el procedimiento Mixed de SAS (SAS, 2003). Los modelos finales incluyeron los efectos fijos de rancho, año de nacimiento, época de nacimiento, sexo de la cría, semental y la interacción rancho*año de nacimiento.

Resultados y Discusión

Los efectos de año de nacimiento, época de nacimiento y la interacción rancho*año de nacimiento fueron importantes ($P < 0.05$) para PN. Para PA205 sólo la interacción rancho*año de nacimiento fue significativa ($P < 0.05$). Considerando solo el efecto del semental en el modelo las medias de cuadrados mínimos para PN y PA205 fueron de 37.62±1.4 y 203.67±8.1 kg para el semental 1; de 36.08±1.4 y 194.65±8.2 kg para el semental 2; de 35.52±1.4 y 193.92±7.9 kg para el semental 3; y de 32.37±1.7 y 187.06±9.9 kg para el semental 4 (Cuadro 1). En general, los resultados mostraron coincidencias entre las diferencias de las DEP generadas en la evaluación genética Charoláis 2011 (DEP₁) y las DEP estimadas con las medias de cuadrados mínimos del presente estudio (DEP₂). Los valores para DEP₁ y DEP₂ para PN fueron como sigue: 1.54 y 2.27 kg para la comparación semental 1- semental 2; 2.10 y 2.21 kg para la comparación semental 1- semental 3; 5.25 y 3.04 kg para la comparación semental 1- semental 4; 0.56 y -0.06 kg para la comparación semental 2- semental 3; 3.71 y 0.77 kg para la comparación semental 2- semental 4; y 3.15 y 0.83 kg para la comparación semental 3- semental 4. Los valores para DEP₁ y DEP₂ para PA205 fueron

como sigue: 9.02 y 10.75 kg para la comparación semental 1- semental 2; 9.75 y 6.43 kg para la comparación semental 1- semental 3; 16.61 y 16.01 kg para la comparación semental 1- semental 4; 0.73 y -4.32 kg para la comparación semental 2- semental 3; 7.59 y 5.26 kg para la comparación semental 2- semental 4; y 6.86 y 9.58 kg para la comparación semental 3- semental 4.

Coincidiendo con el presente estudio, otros autores también han establecido la validez de las DEP como estimadores del mérito genético individual. Así, usando ganado bovino Angus estadounidense de registro, Arnold *et al.* (1990) encontraron que las DEP de sementales probados fueron una herramienta efectiva para disminuir el peso al nacer y aumentar el peso al año de edad de manera simultánea. La diferencia ($P < 0.01$) promedio entre los pesos al nacer de las crías de sementales con diferencias esperadas en la progenie positivas y de las crías de sementales con diferencias esperadas en la progenie negativas fue de 3.7 kg, la cual fue similar a la diferencia (2.9 kg) entre la media ponderada de las diferencias esperadas en la progenie positivas y la media ponderada de las diferencias esperadas en la progenie negativas de dichos sementales. Por otro lado, un estudio con sementales Angus y Hereford seleccionados por su mérito genético para producción de leche estableció que las DEP de los toros estuvieron asociadas con la producción de leche de sus hijas y el comportamiento predestete de sus nietos lo cual se reflejó en que hijas de toros con DEP positivas produjeron más leche y crías más pesadas al destete comparadas con las crías de las hijas de toros con DEP negativas (Minick *et al.*, 2001). De manera similar, otro experimento realizado con ganado Angus estableció diferencias de 15.3 kg entre el peso al destete de las crías de hijas de dos grupos de sementales definidos por su DEP para producción de leche (DEP alta o baja). En el estudio mencionado se concluyó que las DEP de los sementales reflejaron diferencias en la producción de leche de sus hijas lo que determinó de manera importante el peso al destete de las crías de éstas (Baker *et al.*, 2003).

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar, y Diferencias Esperadas en la Progenie (DEP)^a predichas^b y observadas^c para peso al nacer (PN) y peso al destete ajustado a 205 días de edad (PA205) de crías de sementales Charolais y vacas comerciales^d.

Semental	PN (DEP) ^a kg	PA205 (DEP) ^a kg	Comparación entre sementales	DEP ^b PN (kg)	DEP ^c PN (kg)	DEP ^b PA205 (kg)	DEP ^c PA205 (kg)
1	37.62±1.4 (2.89)	203.67±8.1 (12.44)	1 - 2	2.27	1.54 ^{ns}	10.75	9.02 ^{ns}
2	36.08±1.4 (0.62)	194.65±8.2 (1.69)	1 - 3	2.21	2.10 ^{ns}	6.43	9.75 ^{ns}
3	35.52±1.4 (0.68)	193.92±7.9 (6.01)	1 - 4	3.04	5.25*	16.01	16.61 ^{ns}
4	32.37±1.7 (-0.15)	187.06±9.9 (-3.57)	2 - 3	-0.06	0.56 ^{ns}	-4.32	0.73 ^{ns}
			2 - 4	0.77	3.71*	5.26	7.59 ^{ns}
			3 - 4	0.83	3.15 ^{ns}	9.58	6.86 ^{ns}

^aDEP de la Evaluación Genética 2011 de la asociación “Charoláis Charbray Herd Book de México” (CCHBM).

^bDEP Predichas = diferencia entre DEP generadas en la evaluación genética 2011 de la asociación CCHBM.

^cDEP Observadas = diferencia entre los pesos promedio de las crías de los cuatro sementales evaluados.

^dVacas cruzadas con proporciones variables de razas *Bos taurus* y *Bos indicus*.

*($P < 0.05$); ^{ns}($P > 0.05$).

Conclusiones

Los resultados indican que, en general, las DEP calculadas en las evaluaciones genéticas de la asociación “Charoláis Charbray Herd Book de México” reflejan diferencias válidas entre los valores genéticos de los sementales para peso al nacer y peso al destete ajustado a 205 días de edad y son una herramienta adecuada para el mejoramiento genético de ambas características.

Literatura Citada

- Arnold, J.W., Bertrand, J.K., Benyshek, L.L., Comerford, J.W., Kiser, T.E. 1990. Selection for low birth weight and high weaning weight in Angus beef cattle. *Livestock Production Science* 25:31-41.
- Baker, J. F., Boyd, M. E., Brown, A. H., Franke, D. E., Thompson, C. E. 2003. Evaluation of maternal performance of daughters from high and low milk EPD sires. *Journal of Animal Science* 81:1406-1413.
- Bourdon, MR. 2000. *Understanding Animal Breeding*. Second Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ 07458. p. 258-271.
- Evaluación de Sementales Limousin 2008. Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Limousin, SAGARPA, INIFAP, CONARGEN.
- Minick, J. A., Buchanan, D. S., Rupert, S. D. 2001. Milk production of crossbred daughters of high- and low-milk EPD Angus and Hereford bulls. *Journal of Animal Science* 79:1386-1393.
- SAS. 2003. *SAS User's Guide: Statistics* (version 7 ed.). Cary, NC, USA: SAS Inst. Inc.
- Sistema Estatal de Monitoreo Agroclimático Nayarit. 2007. Estación Meteorológica: El Verdineño-INIFAP.
- Sumario de sementales Charolais 2008. Evaluación genética con diferencia esperada de la progenie de toros. Charolais Herd Book de México, SAGARPA, INIFAP, CONARGEN.
- Sumario de sementales Simmental y Simbrah 2008. Evaluación genética con diferencias esperadas de la progenie de toros. Asociación Mexicana Simmental-Simbrah, SAGARPA, INIFAP, CONARGEN, FOGAMEX.

EFEECTO DEL NIVEL DE FORRAJE EN DIETAS DE VACAS HOLSTEIN EN PRODUCCIÓN

EFFECT OF THE LEVEL OF FORAGE IN DIET OF LACTATING HOLTESIN COWS

Martín F. Montaña^{1*}, Juan L. Velarde¹, José F. Calderón¹, Jesús A. Valdéz¹, Juan O. Chirino¹, Constantino Raymundo¹, Juan D. Navarrete¹, Gamaliel A.¹, Ernesto R. Constantino¹, Adolfo Pérez² y Jaime Salinas³

¹*Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C. México. martinmg@uabc.edu.mx.*

²*Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C. México.*

³*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.*

Resumen

Fueron utilizadas 12 vacas Holstein en producción con la finalidad de evaluar el efecto de los tratamientos sobre producción y calidad de leche. Los tratamientos consistieron en la relación forraje/concentrado de la dieta: T1) 70/30; T2) 65/35; T3) 60/30; T4) 55/45. La dieta total consistió en 20 Kg/d, ofreciendo 10 Kg. a las 07:00 y las 15:00 h. La prueba contempló una duración de 51 d, considerando los primeros 21 d como periodo de adaptación a los tratamientos. En respuesta a los tratamientos 3 y 4 se observaron incrementos significativos sobre producción de leche, contenido de proteína y SNG. Respecto al porcentaje de grasa, tal y como se esperaba, se observó un incremento en respuesta a la inclusión de cantidades elevadas de forraje en la dieta. Por lo antes expuesto, nosotros concluimos que la inclusión de 55-60% de forraje en la dieta de vacas Holstein en producción, ofrece una buena alternativa cuando se busca ofrecer dietas que mantengan un nivel adecuado de leche con aceptable calidad.

Palabras Clave: Holstein, Producción de Leche, Calidad de Leche, Forraje, Concentrado.

Introducción

Con la finalidad de elevar tanto la producción como la calidad nutricional de la leche, han sido utilizadas diversas estrategias nutricionales tales como la adición de metabolitos intermediarios (Vandehaar *et al.*, 1988) y la inclusión de componentes energéticos (Middaugh *et al.*, 1988; Oldick y Firkins, 2000). Así mismo, mientras que por un lado se recomienda el incluir elevadas cantidades de energía en forma de alimentos concentrados en la dieta total (Keser y Spahr, 1964), lo cual podría provocar una disminución del pH ruminal (Heinrichs *et al.*, 1999), la inclusión de elevadas cantidades de forrajes pueden a la vez ocasionar una disminución de la digestibilidad ruminal a medida que se incrementa su nivel en la dieta (Weiss, 1993; Bargo *et al.*, 2002). Por lo antes expuesto, es imperiosa la necesidad de establecer rangos claros para la participación de ambos tipos de alimentos, tanto

concentrados como forrajes, para vacas Holstein en producción. Respecto a la variación de la composición química, 55% es debida a la herabilidad y el 45% restante a factores medioambientales, principalmente a la alimentación. En respuesta a lo anterior, el objetivo del presente trabajo es el de determinar el nivel óptimo de inclusión de forraje y concentrado en la dieta total de vacas Holstein en producción.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en la Unidad Experimental de Producción Bovinos de Leche del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la UABC, para determinar el efecto del nivel de forraje en la dieta de vacas Holstein en producción, mientras que el análisis de composición química de las muestras se realizó en los Laboratorios de Lácteos y de Nutrición Animal del Instituto de Ciencias Agrícolas de la misma Universidad. Fueron utilizadas 12 vacas Holstein de 570 kg de PV promedio, las cuales cursaban su tercio medio de lactación. Los animales se encontraban entre la segunda y cuarta lactación. Las unidades experimentales fueron asignadas aleatoriamente a cada uno de los cuatro bloques, quedando conformados por 3 vacas cada uno. Estas fueron alojadas en corraletas individuales. El área de cada corraleta fue de 9 m². Cada corraleta estaba equipada con comedero individual y bebedero automático compartido. Acorde con la relación forraje/concentrado los tratamientos fueron: T1) 70/30; T2) 65/35; T3) 60/40; T4) 55/45 (Cuadro 1). La materia seca ofrecida fue registrada al equivalente al 3.5% del paso vivo de los animales. La alimentación diaria consistió en 20 kg de dieta total, ofreciendo dos veces diarias en dos partes iguales (10 kg) a las 0700 y (10 kg) a las 1700 h.

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales

Tratamiento	% MS	% PC	EE	%FDA	%FDN	% Ceniza
1	98.97	15.29	2.51	28.49	37.34	8.32
2	95.71	15.12	2.72	26.33	34.48	7.75
3	98.27	15.47	2.70	23.81	33.13	7.80
4	96.44	15.15	2.85	24.49	33.57	7.55

La prueba tuvo una duración de 51 días, considerándose los primeros 21 d como período de adaptación a los tratamientos y los otros 30 días de colección de muestras. Se realizaron dos ordeños diarios, a las 0400 y 1600 h, utilizando una ordeñadora portátil. La lectura de producción de leche fue registrada inmediatamente después de cada ordeña, tomando dos lecturas diarias en dos diferentes días por semana (Jensen *et al.*, 1962), utilizando para ello una balanza tipo plataforma. Se tomaron 100 ml aproximadamente de leche por muestra y se depositaron en bolsas de plástico de cierre hermético (Nasco Whirl-Pak. Fisher® 4 oz.), para posteriormente ser almacenadas a una temperatura de - 20⁰ C para su posterior análisis de laboratorio. Una muestra de 2 Kg de cada dieta fue obtenida durante el período de muestreo con la finalidad de realizar el análisis de características químicas. Las muestras de alimento fueron secadas en una estufa a 55⁰ C durante 72 h. Primeramente fueron procesadas utilizando un molino tipo Willey (Lab. Mill Mod. 4. Thomas Willey. Arthur Thomas, USA) utilizando una malla de 2 mm. Posteriormente fueron molidas mediante un molino de laboratorio (Micro-Mill, Bel-Arts Products, Pequannock, N.J). Las muestras fueron secadas a

105° C por 24 h utilizando una estufa de aire forzado (VWR®, Scientific Inc. 1350-G) y almacenadas en recipientes de vidrio con cierre hermético. Las muestras de leche fueron analizadas para su contenido de grasa (Método Babcock, Marshall, 1992). El contenido de proteína fue determinado mediante el método sugerido por AOAC (1990), y el contenido de sólidos totales mediante diferencia de peso utilizando una estufa de aire forzado (VWR®, Scientific Inc. 1350-G) a una temperatura de 100°C durante 24 hrs. El análisis químico proximal de las muestras de alimento fue realizado acorde con los procedimientos propuestos por La Universidad Estatal de Nuevo Mexico, (1997). Para el análisis de la información se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (Hicks, 1974). Para la estimación estadística se utilizó el paquete estadístico SAS, ver 6.12 (1996).

Resultados y Discusión

El efecto de los tratamientos sobre las variables de respuesta es mostrado en el cuadro 2. En el caso de la producción de leche, ésta presentó una disminución en respuesta a la inclusión de altas cantidades de forraje en la dieta total ($P < .05$). Las mejores producciones de leche se observaron en respuesta a los tratamientos 3 y 4 ($P < .05$). Esto concuerda con lo expuesto por Nichols *et al.* (1988), quienes observaron que a medida que el nivel de fibra en la dieta fue incrementado, tanto el consumo como la producción de leche disminuyeron linealmente. Respecto al porcentaje de grasa, tal y como se esperaba, se observó un incremento en respuesta a la inclusión de cantidades elevadas de alfalfa en la dieta, en especial en respuesta al tratamiento 1. Lo anterior concuerda con lo reportado por Beitz y Davis (1964) y Weiss y Shockey (1991) al estar trabajando con diferentes niveles de fibra en la dieta, lo cual acorde con West *et al.* (1999) y Reis *et al.* (2001), puede ser debido a una tasa ideal de acetato:propionato en rumen.

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos sobre las variables de respuesta.

Variables	Tratamientos				CV
	1	2	3	4	
Leche, kg/d	9.77 ^a	11.42 ^b	12.12 ^c	12.12 ^c	4.65
Grasa, %	3.68 ^a	2.73 ^b	3.25 ^c	2.92 ^d	6.87
Proteína, %	3.06 ^a	2.86 ^b	3.40 ^c	3.27 ^c	6.76
Lactosa, %	4.59 ^a	4.45 ^a	4.56 ^a	4.93 ^b	5.26
SNG, %	8.30 ^a	7.95 ^b	8.60 ^{ac}	8.91 ^c	4.53
NUL, mg/dL	20.22	18.86	11.12	11.36	42.53

^{ab} Valores con distintas literales son diferentes ($P < 0.05$).

SNG = sólidos no grasos

NUL = nitrógeno ureico en leche

Aun cuando Sutton y Morant, (1989) no observaron efecto del nivel de fibra sobre el porcentaje de proteína en leche, en nuestro experimento el porcentaje de proteína en leche disminuyó ($P < .05$) en respuesta a la suplementación de los niveles altos de alfalfa, mientras que en respuesta a los niveles de 55 y 60 % se observaron valores de 3.40 y 3.27%, respectivamente, lo cual acorde con niveles de 3.1% sugeridos por Grant (1998), son bastante aceptables. Respecto a la concentración de lactosa, se observó un incremento en respuesta al tratamiento 4 (4.93%; $P < .05$), no observándose diferencias estadísticamente significativas

entre el resto de los tratamientos ($P > .10$), Aunque acorde con Grant (1998), el promedio de lactosa en leche para ganado Holstein es de 4.6 a 4.8%, lo cual concuerda con los datos observados en nuestro experimento, los resultados antes citados provocaron un ligero incremento en cuanto al valor de SNG ($P < .05$), registrándose los niveles más bajos para el tratamiento 2 (7.95%; $P > .10$). No fue posible hacer inferencia estadística sobre el NUL debido a la alta variabilidad mostrados en las lecturas.

Conclusiones

La inclusión de 55-60% de forraje en la dieta de vacas Holstein en producción, ofrece una buena alternativa cuando se busca ofrecer dietas que mantengan un nivel adecuado de leche con aceptable calidad.

Literatura Citada

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (5thed.). Association official Analytical Chemist, Arlington, VA.
- Bargo, F., L. D. Muller, G. A. Varga, J. E. Delahoy, and T. W. Cassidy. 2002. Ruminant digestion and fermentation of high-producing dairy cows with three different feeding systems consuming pasture and total mixed rations. *J Dairy Sci.* 85:2964-2973.
- Beitz, D. C. and C. L. Davis. 1964. Relationships of Certain Milk Fat Depressing Diets to changes in the Proportions of the Volatile Fatty Acids Produced in the Rumen. *J. Dairy Sci.* 47: 1213-1216.
- Grant, R. 1998. Feeding the maxime protein and fat. NebGuide. Univ. of Nebraska, Lincoln, Cooperative Extension, USA.
- Heinrichs, A. J., D. R. Buckmaster, and B. P. Lammers. 1999. Processing, mixing, and particle size reduction of forages for dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 77:180-186.
- Hicks, C. R. 1973. Fundamental concepts in the design of experiments. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Jensen, R. G., G. W. Gander and J. Sampunga. 1962. Fatty acid composition of the lipid from pooled raw milk. *J. Dairy Sci.* 45:329-331.
- Kesler, E. M. And S. L. Spahr. 1964. Physiological Effects of High Level Concentrate Feeding. *J. Dairy Sci.* 47:1122-1128.
- Middaugh, R. P., R. J. Baer, D. P. Casper, D. J. Schingoethe, and S. W. Seas. 1988. Characteristics of milk and butter from cows fed sunflowers seeds. *J Dairy Sci.* 71:3179-3187.
- New México State University. Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research. M. Galyean and T. May. 1995.
- Nichols, S. W., M. A. Froetschel, H. E., Amos, and L. O. Ely. 1998. Effects of Fiber from Tropical Corn and Forage Sorghum Silages on Intake, Digestion, and Performance of Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 81:2383-2393.
- Reis, R. B., San Emeterio, F. Combs, D. K. Satter, L. D. and Costa H. N. 2001. Effects of corn particle size and source on performance of lactating cows feed direct-cut grass-legume forage. *J. Dairy Sci.* 84:429-441.
- SAS®User's Guide:Statistic, version 6.12edition. 1996. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Sutton, J. D. and S. V Morant. 1989. A review of the potential of nutrition to modify milk fat and protein. *Livestock Production Sci.* 23:219-237
- Vandehaar, M. J., P. J. Flakoll, D. C. Beitz, and S. Nissen. 1988. Milk production and composition in cows and goats fed α -ketoisocaproate. *J Dairy Sci.* 71:3352-3361.
- Weiss, W. P., W. L. Shockey. 1991. Value of Orchardgrass and Alfalfa Silages Fedwith Varying Amounts of Concentrates to Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 74:1933-1943.
- Weiss, W. P. 1993. Predicting energy values of feeds. *J. Dairy Sci.* 76:1802-1811.
- West, J. W., Hill, G. M. Fernandez J. M. Mandebvu, and B. G. Mullinix. 1999. Effects of dietary fiber on intake, milk yield, and digestion by lactating dairy cows during cool or hot, humid weather. *J. Dairy Sci.* 82:2455-2465.

INFLUENCIA DEL NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN DE MELAZA DE CAÑA EN DIETAS PARA BOVINOS EN CRECIMIENTO-FINALIZACIÓN

INFLUENCE OF CANE MOLASSES LEVEL ON DIETS FOR CATTLE RECEIVING GROWING-FINISHING DIETS

Martín F. Montaña^{1*}, Karla F. Preciado¹, José F. Calderón¹, Víctor M. González¹, Olga M. Manríquez¹, Jesús A. Valdéz¹, Juan O. Chirino¹ y Jaime Salinas²

¹*Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C. México. martinmg@uabc.edu.mx. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.*

Resumen

Se realizó una prueba de comportamiento productivo con la finalidad de evaluar la influencia del nivel de suplementación de melaza de caña (6, 12, 18 y 24% base seca), en dietas de finalización a base de maíz rolado a vapor, usando como marcador óxido de cromo. Se utilizaron 64 vaquillas de talla mediana de diferentes cruza (447 kg.), en una prueba con duración de 61 días en engorda, para evaluar el efecto de tratamiento sobre el crecimiento. La melaza disminuyó (efecto lineal, $P < .05$) la GDP y el consumo de MS e incrementó (efecto lineal, $P < .01$) el costo de la ganancia de peso. La EN de la dieta para mantenimiento y ganancia, disminuyó linealmente ($P < .01$) a medida que se incrementó el nivel de melaza. Dado que los valores de EN_m y la EN_g del maíz rolado a vapor son 2.38 y 1.68 Mcal/kg, respectivamente, entonces los valores correspondientes para la melaza son 1.3 y .73 Mcal/kg. Estos valores de EN para la melaza de caña son considerablemente menores (76 y 68%, respectivamente) a los esperados en los valores tabulares. Se concluye que el alimentar con mas del 6% con melaza de caña en dietas de finalización para ganado de engorda, puede tener efectos perjudiciales sobre la GDP y la eficiencia de la ganancia de peso. Los bajos valores de EN observados en este estudio pueden ser ocasionados, en parte, a los efectos perjudiciales del incremento de los niveles de melaza en la dieta sobre la eficiencia de la proteína.

Palabras Clave: Melaza, Comportamiento, Vaquillas, Producción.

Introducción

En México, prácticamente toda la industria enfocada a la engorda de bovinos en corral utiliza melaza de caña de azúcar como parte importante de sus raciones, debido, entre otras ventajas, a que representa una fuente de energía a un bajo costo en comparación con las fuentes tradicionales que son granos y/o forrajes. Una de las ventajas de utilizar melaza en las dietas en la engorda de corral es que aumenta la gustocidad y constituye una buena fuente de elementos traza. Además, disminuye la polvosidad de las dietas y sirve como compactante para los comprimidos (Lane, 1990).

El potencial que melaza posee para aumentar la eficiencia de las dietas utilizadas en la engorda de bovinos en corral, ha sido demostrada previamente al utilizarla en cantidades moderadas (Niekerk and Voges, 1976). De cualquier manera, la intensidad de las

respuestas hasta ahora encontradas no han sido del todo favorable al suplementar niveles crecientes de melaza (Lozano et al., 1980). Las bases debido a las cuales se observa tal variación no son del todo claras. Algunos de los factores que han sido involucrados al respecto son su valor como fuente de energía (Niekerk and Voges, 1976), una disminución de la digestibilidad de la fibra (Garret et al., 1989), de la proteína cruda (Akbar et al., 1990), o alteraciones en el metabolismo mineral (Aruca y Vrzgula, 1974). Hasta la fecha, no existe una idea clara sobre el nivel óptimo de inclusión de melaza, ni de su influencia sobre el metabolismo de los diferentes nutrientes y/o biodisponibilidad mineral en animales alimentados con dietas de finalización. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia del nivel de la suplementación de melaza en el alimento, en dietas de finalización para ganado de engorda.

Materiales y Métodos

Se utilizaron 64 vaquillas (447 kg PV) con la finalidad de evaluar el efecto de los tratamientos sobre las características de comportamiento en engorda. Después de su arribo, las vaquillas fueron vacunadas contra rinotraqueítis bovina infecciosa-parainfluenza₃ (TSV-2®, SmithKline Beecham, West Chester, PA), clostridiosis (Ultrabac 8®, SmithKline Beecham, West Chester, PA), y pasterela hemolítica (One Shot®, SmithKline Beecham, West Chester, PA), así como tratadas contra parásitos (Ivomec Plus®, Merck, Rahawy, NJ). Las vaquillas recibieron 500,000 IU de vitamina A (Vita-jec® A&D "500", RXV Products, Porterville, CA). Las vaquillas fueron balanceadas en base a su peso y asignadas a 16 corrales (4 vaquillas/corral). Los corrales contaron con una superficie de sombra de 5.48 X 9.14 m con 26.7 m² de sombra, siendo equipados con bebederos automáticos y comederos en línea (4.27 m de largo). Las vaquillas fueron pesadas en dos días consecutivos al inicio del experimento y posteriormente cada 28 d. Los tratamientos utilizados se muestran en el Cuadro 1.

Las dietas fueron preparadas semanalmente y almacenadas en contenedores especiales de madera colocados en el frente de cada uno de los corrales. Las vaquillas consumieron los diferentes tratamientos ad libitum, siendo ofrecidas las dietas dos veces diariamente. Las estimaciones de comportamiento de las vaquillas se realizaron en base a las medias obtenidas por corral. Asumiendo que el principal determinante de la ganancia energética fue ganancia de peso, la ganancia de energía se calculó mediante la ecuación: $GE = (.0557 W^{.75})g^{1.097}$, donde GE es la energía diaria depositada (Mcal/d), g es la ganancia de peso (kg/d) y W es el promedio del peso corporal (kg; NRC, 1984). La energía de mantenimiento esperada (Mcal/d, EM) fue calculada mediante la ecuación: $MM = .086W^{.75}$ (Garrett, 1971). Los datos fueron analizados bajo un modelo de Bloques Completos al Azar, las medias fueron analizadas mediante polinomios ortogonales (Hicks, 1973).

Resultados y Discusión

La influencia del nivel de suplementación de melaza, sobre el crecimiento de los animales se muestra en el Cuadro 2. El incrementar los niveles de suplementación de melaza causó una marcada disminución en la GDP (efecto lineal $P < .05$), en el consumo de MS (efecto lineal $P < .05$) y la eficiencia alimenticia (efecto lineal $P < .01$). Heinemann y Hanks (1977), reportaron una disminución del 8% en la GDP y una disminución del

7% en la eficiencia alimenticia, al incrementar los niveles de melaza de 10 a 20% en una dieta de finalización a base de cebada. Del mismo modo, Niekerk y Voges (1976), también observaron una disminución de la eficiencia alimenticia al incrementar los niveles de melaza en la dieta. La disminución de la eficiencia de dietas altas en melaza, puede ser explicada por los factores tales como una disminución en el consumo total de energía y MS, provocada en parte por su alto contenido de humedad (NRC, 1996).

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales

Ingrediente	Tratamientos			
	1	2	3	4
Composición, % (Base MS)				
Maíz, rolado a vapor	75.60	69.60	63.60	57.60
Piedra caliza	1.60	1.60	1.60	1.60
Urea	1.25	1.25	1.25	1.25
Oxido de magnesio	.15	.15	.15	.15
Sal ^a	.40	.40	.40	.40
Laidlomocina, ppm	12	12	12	12
Cebo	3.00	3.00	3.00	3.00
Sudan, heno	12.00	12.00	12.00	12.00
Melaza de caña	6.00	12.00	18.00	24.00
Composición de nutrientes (base MS) ^b				
EN, Mcal/kg				
Mantenimiento	2.22	2.18	2.14	2.10
Ganancia	1.55	1.52	1.48	1.45
Proteína cruda, %	12.00	11.80	11.60	11.40
Calcio, %	.70	.77	.83	.88
Magnesio, %	.27	.29	.31	.33
Fósforo, %	.28	.27	.25	.24

a.- Contenido de la sal: CoSO₄, .068%; CuSO₄, 1.04%; FeSO₄, 3.57%; ZnO, 1.24%; Mn SO₄, 1.07%; KI, .052%; y NaCl, 92.96%.

b.- Basado en valores de tablas para ingredientes individuales (NRC, 1984) con excepción de grasa suplementaria, a la cual le fueron asignados valores de ENm y ENg de 6.03 y 4.79, respectivamente.

Cuadro 2. Influencia de la suplementación de melaza sobre comportamiento productivo de vaquillas de engorda en un periodo de 61 días.

Variable	Melaza, %				
	6	12	18	24	CME
Días en prueba	61	61	61	61	-
Corrales	4	4	4	4	-
Peso vivo, kg					
Inicial	452.0	443.0	447.7	444.2	-
28 d	489.9	475.1	473.5	461.5	5.2
1-Final	527.2	503.1	505.8	493.3	7.5
Ganancia de peso, kg/d					
28 d	1.35	1.15	0.92	0.62	.12
1-Final	1.23	0.99	0.95	0.80	.09
Consumo de MS, kg/d					
28 d	7.53	6.84	6.61	6.17	.04
1-Final	7.75	7.08	6.95	6.60	.37
Consumo MS/ganancia					
28 d	5.58	6.46	7.22	11.84	1.30
1-Final	6.33	7.40	7.29	8.31	.40
Consumo esperado de MS					
1-Final	8.36	7.31	7.34	6.78	.45
Consumo de MS Esperado/observado					
1-Final	1.08	1.03	1.06	1.03	.03
Energía Neta de la dieta, Mcal/kg					
Mantenimiento	2.37	2.24	2.25	2.15	.05
Ganancia	1.67	1.56	1.57	1.48	.05
EN de la dieta, Observada/esperada					
Mantenimiento	1.07	1.02	1.05	1.02	.03
Ganancia	1.08	1.04	1.07	1.03	.03

^a Efecto lineal: P <.01.

^b Efecto lineal: P <.05.

^c Efecto lineal: P <.10.

Conclusiones

La suplementación con mas del 6% de melaza de caña en dietas de finalización para ganado de engorda, pueden tener efectos perjudiciales sobre la ganancia diaria promedio y la eficiencia de la ganancia de peso. Por cada unidad de porcentaje que incrementa el nivel de melaza arriba del 6% en la dieta en base a materia seca, la ganancia diaria promedio disminuye 1.7% ($R^2 = .93$). Sin embargo, el valor de la energía neta de la melaza en niveles de suplementación por arriba de lo permitido, son considerablemente bajos en comparación con los comúnmente tabulados. El bajo valor de energía neta observado en este estudio puede ser debido, en parte, a los efectos perjudiciales del incremento de los niveles de melaza sobre la eficiencia de la proteína.

Literatura Citada

- Akbar, M. A., S. M. A. Islam, and A. M. M. Tareque. 1990. Effect of different levels of molasses addition ensiling of urea rice straw on its nutritive value in buffalo calves. *Indian J. of Anim. Nutr.* 7:227-228.
- Aruca, A., and L. Vrzgula. 1974. Minerals (Ca, P, Mg) in blood serum of male cattle given final molasses. *Folia-Veterinaria.* 18:175-179.
- Garret, J. E., F. Guessous, and A. Eddebarh. 1989. Utilization of sugar beet molasses and monensin for finishing dairy bullocks. *Anim. Sci. And Tech.* 25:11-21.
- Garret, W. N. 1971. Energetic efficiency of beef and dairy steers. *J. Anim. Sci.* 32:451-456.
- Heinemann, W. W., and E. M. Hanks. 1977. Cane molasses in cattle finishing rations. *J. of Anim. Sci.* 45:13-17.
- Hicks, C. R. 1973. *Fundamental Concepts in the Design of Experiments.* Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Lane, A., 1990. Use of molasses as a vehicle for liquid supplement of nutrients in total mixed dairy rations. 1st Florida Ruminant Nutrition Symposium, Gainesville, FL., January 23-24.
- Lozano, E., A. Ruíz, and M. E. Ruíz. 1980. Development of systems for feeding cattle with residue of *Phaseolus vulgaris*. 2. Metabolic balance with different levels of energy and protein supplementation. *CATIE, Turrialba, Costa Rica.* 30: 63-70.
- Niekerk, B. D. H., and D. J. Voges. 1976. Cane molasses as a replacement for maize meal in beef fattening rations. *South Afric. J. of Anim. Sci.* 6:67-72.
- NRC. 1996. *Nutrient Requirement of Beef Cattle (6th Rev. Ed. Update 2000).* National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Zinn, R. A. 1993. Comparative feeding value of wood sugar concentrate and cane molasses for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 71:2297.

EFECTO DE LA ADICIÓN DE ÓXIDO DE MAGNESIO (MgO) EN LA DIETA DE VACAS HOLSTEIN EN PRODUCCIÓN

EFFECT OF MAGNESIUM OXIDE (MgO) ON DIETS FOR LACTATING HOLSTEIN COWS

Martín F. Montaña^{1*}, Francisco R. Morghen¹, Orlando J. Castillo¹, Grace M. Carvajal¹, Víctor M. González¹, Olga M. Manríquez¹, Walkiria G. Caceres¹, Olivia F. Guevara¹, José Melendrez¹, Enrique G. Álvarez² y ³Sergio Soto.

¹*Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C. México. martinmg@uabc.edu.mx.*²

Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C. México.

³*Department of Animal and Range Sciences, New Mexico State University.*

Resumen

Con la finalidad de evaluar el efecto de la suplementación de óxido de magnesio en dietas de vacas Holstein en producción, se realizó una prueba de comportamiento productivo, la cual consistió en un período de 30 días de adaptación a los tratamientos, seguido de 30 días de período de muestreo. Para tal efecto se utilizaron 20 vacas Holstein en su tercio medio de producción, las cuales fueron asignadas aleatoriamente a uno de los dos bloques, a los cuales les fueron asignados los tratamientos: T1) 0.2 % y T2) 0.4 % de MgO (MAGOX[®]. Premierchemicals), respectivamente. El agente alcalinizante fue mezclado con un concentrado comercial (MAXI-TECH 16. Purina, S.A. de C.V.), para posteriormente ser ofrecido directamente en el comedero, conjuntamente con el resto de la dieta. En respuesta al T2 se observó un incremento de la producción de leche (P<.05) y del porcentaje de grasa (P<.10), así como una disminución de los porcentajes de proteína y sólidos totales (P<.05). Por lo anterior, concluimos que el adicionar .4 % de MgO a la dieta de vacas Holstein en lactación, puede resultar en un beneficioso aumento en la producción de leche sin afectar la calidad de la misma.

Palabras Clave: leche, Holstein, óxido de magnesio, calidad de leche.

Introducción

En la industria lechera se busca además de un alto rendimiento en la producción de leche, una alta calidad del producto, dentro de lo cual es de suma importancia la cantidad presente de grasa. Sin embargo, para lograr una cantidad satisfactoria, es necesario proporcionar al animal grandes cantidades de grano o raciones de alta energía, lo que resulta en una disminución en el contenido de grasa en leche (Donker y Marx, 1980). Existe una relación lineal positiva entre la tasa de acetato:propionato y el porcentaje de grasa en leche (West *et al.*, 1987). Para alcanzar esta última meta, en la práctica se recomienda la utilización tanto de cantidades mínimas de FDA en la ración (19 %) (Lofgren y Warner, 1970), como el uso de amortiguadores (buffers o agentes

alcalinizantes) (Byers *et al.*, 1964; Wheeler y Noller, 1976; Thomas *et al.*, 1984; Dado y Mertens, 1989). El objetivo del presente estudio fue el determinar la efectividad de la adición de 0.2 y 0.4 % de MgO en la dieta de vacas Holstein, sobre el incremento de la producción láctea, así como del porcentaje de grasa en leche.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en la unidad de producción lechera del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la UABC, en la ciudad de Mexicali, B.C. La temperatura promedio registrada durante el período experimental fue de 18.53 °C con una H.R. promedio de 40.20 %, con rangos de temperatura y humedad que oscilaron entre los 7.9 a 33.5 °C y los 10.3 a 98.9 % de H.R. Para tal efecto se utilizaron 20 vacas Holstein en su tercio medio de producción, siendo asignadas a dos bloques de 10 animales, a los cuales le fueron asignados los tratamientos: 0.2 % y 0.4 % de MgO (MAGOX[®]. Premierchemicals) respectivamente. El agente alcalinizante fue mezclado con un concentrado comercial (MAXI-TECH 16. Purina, S.A. de C.V.), para posteriormente ser ofrecido directamente en el comedero, conjuntamente con el resto de la dieta, la cual consistió en 9 kg de concentrado comercial y heno de alfalfa a libre acceso (aproximadamente 21 kg)/d. La dieta total se dividió en 3 tomas diarias: a las 0600, 1200 y 1700 hrs. La prueba contempló una duración de 60 d, considerando los primeros 30 d como período de adaptación. La lectura de producción de leche fue registrada tomando dos lecturas por semana (Jensen *et al.*, 1962) en pesadores de leche tipo Waikato (Waikato Milkmeter. Model: 8301331-83, Agricultural Division. Terez, NZ.). En cada caso, las lecturas se obtuvieron tanto de la ordeña matutina (0500 hr), como de la vespertina (1700 hr). Las muestras para la determinación del contenido de grasa en leche, contenido de proteína y sólidos totales fueron tomadas al mismo tiempo que la lectura de la producción, tomando aproximadamente 100 ml de leche por muestra en bolsas de plástico (Nasco WHIRL-PAK. FISHER[®]) de 4 oz. Las muestras fueron analizadas para su contenido de grasa por el método Babcock (Marshall, 1992), para lo cual se utilizó una centrífuga Garver (Garver Electrífuga for testing milk and cream. Babcock Method. Mod. 55. Garver Manufact. Co.), butirómetros de 8 y 10 % y un agitador Garver (Garver Shaker. Mod. 240. Garver Manufact. Co.). La proteína fue determinada por el método de la AOAC (1990), utilizando para esto el equipo Kjeldahl para 12 determinaciones de N simultáneas y se tituló con HCl para determinar el porcentaje de proteína. La determinación de los sólidos totales se hizo por diferencia, tomando 3 ml de leche y depositándolos en una cápsula de aluminio (Dimensiones: 3 cm de diámetro x 0.5 cm de altura) para posteriormente ser pesados e introducidos en una estufa de aire forzado (VWR[®], Scientific Inc. 1350-G) a una temperatura de 100 °C por un período de 24 hrs, pasado este tiempo, se procedió a pesar las cápsulas de nuevo. Para configurar la información obtenida, que permitió también la estimación de estadísticos descriptivos sobre las variables de interés, se utilizó el paquete estadístico SAS (1996). El experimento fue analizado bajo la estructura de un diseño de bloques al azar generalizado.

Resultados y Discusión

La influencia del nivel de MgO suplementado sobre producción y características organolépticas de la leche se muestra en el Cuadro 1. Se observó en respuesta al tratamiento T2, un incremento significativo sobre la producción de leche. Estos resultados concuerdan con los obtenidos Teh *et al.* (1985), en los cuales, la producción de leche fue mayor ($P < .05$) para el tratamiento de .4 % de MgO en comparación al testigo y a la adición de .8 % de MgO (38.3 vs. 35.2 y 34.8 kg/d, respectivamente). Asimismo, en un estudio realizado por Erdman *et al.* (1982), las vacas que recibieron .8 % de MgO incrementaron la producción de leche en .6 kg por día en comparación al testigo.

Cuadro 1.- Resultados promedio de tratamientos.

Variables	Tratamientos		
	.2% MgO	.4% MgO	CME
Producción de leche (kg/d)	24.65b	27.5a	30.28
Grasa (%)	2.45c	2.74d	0.33
Proteína (%)	3.29a	3.19b	0.08
Sólidos totales (%)	11.72a	11.43b	1.28

a,b: Medias en el mismo renglón con diferente literal difieren Difieren ($P < .05$)

c,d: Medias en el mismo renglón con diferente letra, difieren ($P < .10$)

Al mismo tiempo, en respuesta a T2 se observó un incremento en el porcentaje de grasa, () (2.74 vs. 2.45 %; $P < .10$). En un estudio similar, Teh *et al.* (1985), al comparar 0, .4 y .8 % de MgO en vacas de más de una lactancia, no encontraron diferencia significativa ($P < .10$) entre tratamientos, aunque detectando una tendencia a aumentar el porcentaje de grasa en leche proporcional al aumento en la adición de el MgO (3.60, 3.63 y 3.71 %, respectivamente). Thomas y Emery (1969), al adicionar MgO a la dieta de vacas en lactancia, observaron un incremento ($P < .20$) de .49 % en el contenido de grasa en comparación al testigo. Otros experimentos (Erdman, 1980; Jesse *et al.*, 1981) también detectaron un aumento significativo ($P < .05$) en el porcentaje o contenido de grasa en leche al adicionar MgO a la dieta de vacas lactantes en comparación al testigo. Durante la prueba, el porcentaje de proteína fue mayor ($P < .05$) para el T1 que para el T2, presentando promedios finales de 3.29 vs. 3.19 % respectivamente. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Erdman (1980), quien observó una disminución del contenido de proteína en respuesta a la suplementación de MgO, en comparación al testigo. El porcentaje de sólidos totales fue de 11.71 % para el T1 y de 11.44 % para el T2. Asimismo, en otra prueba realizada por Thomas y Emery en 1969, encontraron que al adicionar MgO a la dieta de vacas que promediaban 3.2 % de grasa, se vio reducido el porcentaje de sólidos totales en un .42 % en comparación al testigo y en un .03 % al compararlo con Na HCO₃.

Conclusiones

El adicionar 0.4 % de MgO a la dieta de vacas Holstein en lactación, puede resultar en un beneficioso aumento en la producción de leche sin afectar la calidad de la misma.

Literatura Citada

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA.
- Byers, J. H., C. L. Davis and C. E. Baylor. 1964. Feeding Value of Limestone-Treated Corn Silage for Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 47:1062-1064.
- Dado, R. G. and Mertens D. R. 1989. Combination of feed ingredients on performance of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 72:Suppl. 1, 510.
- Donker, J. D. and G. D. Marx. 1980. Sodium Bicarbonate in Diets for Milking Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* 63:931-935.
- Erdman, R. A. 1980. Dietary Buffering Requirements of the Lacting Dairy Cow: A Review. *J. Dairy Sci.* 71:3246.
- Erdman, R. A., R. W. Hemken, and L. S. Bull. 1982. Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows: effect on production, acid-base metabolism and digestion. *J. Dairy Sci.* 65:712-731.
- Jensen, R. G., G. W. Gander and J. Sampugna. 1962. Fatty Acid Composition of the Lipids from Pooled Raw Milk. *J. Dairy Sci.* 45:329-331.
- Jesse, B. W., J. W. Thomas and R. S. Emery. 1981. Availability of Magnesium from Magnesium Oxide Particles of Differing Sizes and Surfaces. *J. Dairy Sci.* 64:197-205.
- Lofgren, P. A., and R. G. Warner. 1970. Influence of various fiber sources and fractions on milk fat percentage. *J. Dairy Sci.* 53:296-302.
- Marshall, R. T. 1992. Standard Methods for the Examination of Dairy Products (16th Ed.). American Public Health Association, Washington, DC.
- SAS® User's guide: Statistics, version 6.12 edition. 1996. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Teh, T. H., R. W. Hemken, and R. J. Harmon. 1985. Dietary magnesium oxide with sodium bicarbonate on cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 68:881-890.
- Thomas, J. W. and R. S. Emery. 1969. Additive nature of sodium bicarbonate and magnesium oxide on milk fat concentrations of milking cows fed restricted-roughage rations. *J. Dairy Sci.* 52:1762-1769.
- Thomas, J. W., R. S. Emery, J. K. Breaux and J. S. Liesman. 1984. Response of Milking Cows Fed a High Concentrate, Low Roughage Diet Plus Sodium Bicarbonate, Magnesium Oxide and Magnesium Hydroxide. *J. Dairy Sci.* 67:2532-2545.
- West, J. W., C. E. Coppock, D. H. Nave, J. M. Labore, L. W. Greene and T. W. Odom. 1987. Effects of Potassium Carbonate and Sodium Bicarbonate on Rumen Function in Lactating Holstein Cows. *J Dairy Sci.* 70:81-90.
- Wheeler W. E. and Noller C. H. 1976. Limestone buffers in complete mixed rations for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 59:1788-1793.

CARGA ANIMAL Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE BOVINOS EN EL ALTIPLANO OESTE, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

STOCKING RATE AND DIET COMPOSITION OF BEEF CATTLE IN THE ALTIPLANO OESTE, SAN LUIS POTOSI, MÉXICO

Dora M. Camacho¹, Martín Reyes¹, Genaro Olmosa², Jorge Palacio² y Juan F. Martínez²

¹ *Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia, km 38.5
Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, 56230 México.*

² *Colegio de Postgraduados, Campus, SLP. Iturbide 73 Salinas de Hidalgo, SLP, 78600 México. olmosg@colpos.mx*

Resumen

El objetivo fue determinar la carga animal a partir de composición botánica de la dieta de bovinos y de la biomasa disponible. En cinco unidades de producción (UP) se delimitaron tres parcelas de 25 m², para estimar la biomasa que aportan los arbustos a los bovinos, y dentro de estas, dos de 1 m² para estimar la contribución de pastos y herbáceas. La composición de la dieta se realizó por microhistología en una muestra compuesta de heces de cinco vacas por UP. Para ello, se realizó un catálogo de referencias microhistológicas de las principales especies (67) consumidas por el ganado, el 49.3% corresponde a pastos, el 32.8% a herbáceas y el 17.9% a arbustivas. La carga animal se estimó considerando un índice de utilización de 60% de la biomasa disponible aportada por gramíneas y herbáceas. En la UP La Calaverna (p<0.05) se obtuvo la mayor cantidad de biomasa. En todas las UP las gramíneas fueron las más consumidas aportando 76.1% de la biomasa; las herbáceas constituyeron más del 10% de la dieta, excepto en la UP Tanque de Marina. La carga animal actual fue mayor a la estimada y en algunos casos se está al límite o sobrepasa la capacidad de sus recursos. Se recomiendan prácticas de restauración y ajuste de la carga animal en los agostaderos.

Palabras clave: agostaderos, carga animal, composición de dieta

Abstract

The aim was to determine the stocking rate from botanical composition of cattle diet and biomass available. To estimating biomass that provides the shrub to cattle, in five production units (PU) were delineated three plots of 25 m², and within its two plots of 1 m² to estimate the contribution of grasses and forbs. The diet composition was performed by microhistological feces of five cows by unit production. To do this, we performed a catalog of microhistological references of the main species (67) consumed by livestock, 49.3% corresponds to grasses, 32.8% of forbs and 17.9% of shrubs. The stocking rate was estimated considering a utilization rate of 60% of the available biomass of grasses and forbs. La Calaverna PU had the highest amount (p <0.05) of biomass. In all UP grasses were most consumed (76.1%), forbs constituted over 10% of the diet, except in Tanque de Marina PU. The current stocking rate was higher than estimated and in some

cases it exceeds the capacity of its resources. Restoration practices are recommended and adjustment of stocking rate on rangeland.

Keywords: rangelands, stocking rate, diet composition

Introducción

En los municipios de Villa de Ramos, Santo Domingo y Salinas, que constituyen el Altiplano Potosino Oeste, la ganadería extensiva de bovinos para carne (sistema vaca-becerro) es la actividad más importante (628,828 ha) seguida de la agricultura (227,983 ha). Aproximadamente 550,044 ha son ejidos y 237,497 ha son pequeña propiedad (INEGI, 2010), en ambos el agostadero muestra diferente degradación debido a diversos factores, tales como falta de reglamentos para el aprovechamiento sustentable y equitativo de los recursos naturales, prácticas de manejo inadecuadas, sequías recurrentes, entre otros. Esto ha provocado que el ecosistema del pastizal pase de un sistema dominado por gramíneas a otro dominado por arbustos de bajo valor forrajero (Holechek *et al.*, 1989). De no revertirse las tendencias en la degradación de los recursos naturales en el agostadero, se verá seriamente comprometida la viabilidad económica a corto plazo y la sustentabilidad a largo plazo de las explotaciones ganaderas en la región.

Determinar la carga animal correcta es la decisión más importante en manejo de pastizales desde el punto de vista de las plantas, el ganado, la fauna silvestre y los ingresos económicos (Holechek *et al.*, 1989, Esqueda *et al.*, 2011). Al respecto, COTECOCA (1974) estableció los coeficientes de agostadero para la región que van de 12 a 60 ha por unidad animal; sin embargo, para tomar acciones de manejo a nivel unidad de producción, esta información es obsoleta e imprecisa. Además, para el 2020 en San Luis Potosí se espera 10% menos precipitación y un incremento en la temperatura promedio de 0.8 a 1.4 °C (SEMARNAT, 2012), lo que afectará negativamente la producción de forraje. Por ello, es de vital importancia generar información para estimar y ajustar la carga animal en cada ciclo de pastoreo y así evitar, en la medida de lo posible, la degradación de los recursos naturales, asegurar la sustentabilidad y mejorar los ingresos de los productores. El objetivo de este trabajo fue determinar la carga animal en época seca a partir de la composición botánica de dieta de bovinos y biomasa disponible en agostaderos del Altiplano Potosino Oeste.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en la época seca (abril y mayo) en el Altiplano Potosino Oeste, delimitado por las coordenadas extremas 101°43' – 101°55' longitud oeste y 22°38' – 23°19' latitud norte (INEGI, 2005). El clima es seco estepario (BS₁kw y BS₀kw) con lluvias en verano, la precipitación varía de 145 a 369 mm (IMTA, 2007), la evapotranspiración potencial puede superar hasta en cinco veces la precipitación. Los principales tipos de suelo son: Xerosol háplico (45.8%), Litosol (20.9%) y Rendzina (15%) (CETENAL, 1971). De acuerdo al INEGI (2005) la vegetación dominante es el matorrales desérticos micrófilo (66.8 %) y rosetófilo (3.88%), matorral crasicale (3.7%) y pastizal inducido (2.2%).

Los sitios de muestreo fueron elegidos al azar considerando los vértices de una malla de 10 km junto con información de suelo, geología, fisiografía, uso del suelo y vegetación y clima trabajados en Arc/info 9.2. Se muestrearon cinco unidades de producción (UP) y en cada una se eligieron las dos áreas de pastoreo más representativas. En cada una se delimitaron tres parcelas de 25 m² (5x5 m) para estimar la biomasa que aportan los arbustos a los bovinos, dentro estas se trazaron dos parcelas de 1 m², se colectó toda la vegetación, se separó en pastos y herbáceas, se secó a 60°C, se pesó e identificaron las plantas. Además, en cada rancho se realizó una colecta de plantas consumidas por el ganado y que no aparecieron en los muestreos. A cinco vacas por UP se les tomó una muestra de heces directamente del recto, estas se secaron a 60°C y almacenaron. La composición botánica de la dieta se realizó por microhistología en una muestra compuesta de las heces por rancho (Holechek, 1982). Para ello, se realizó un catálogo de referencia de especies consumidas. Las heces y plantas se aclararon con alcohol etílico, bencil benzoato, dibutilftalato y salicilato de metilo (Crane y Carman, 1987), se montaron en porta objetos. Las laminillas se observaron en microscopio digital Leica DM 4000B con cámara integrada. Se fotografiaron estructuras epidérmicas distintivas de cada especie, conformando así el catálogo. Finalmente, la composición botánica de la dieta fue obtenida a partir de 1626 fragmentos de plantas en heces, los cuales en su mayoría fueron identificados hasta especie.

La carga animal, $CA = (\text{Kg de MS disponible/ha/año}) * 0.6 / (\text{Kg de forraje consumido UA/año})$, se estimó considerando un índice de utilización de 60% de la biomasa disponible (Holecheck *et al.*, 1989), la biomasa de arbustos no fue considerada para estimar la CA ya que no aparecieron fragmentos en las heces.

Los datos de biomasa de gramíneas y herbáceas se analizaron utilizando el procedimiento PROC GLM y para la comparación de medias las LSMEANS (SAS, 2003) considerando el modelo matemático $Y_{ij} = \mu + UP_i + G_j + UP * G_{(ij)} + E_{ijk}$, donde: Y_{ij} = variable de respuesta, μ = media general, UP_i = efecto de UP, G_j = efecto de grupo, $UP * G_{(ij)}$ = efecto de la interacción entre unidad de producción y grupo y E_{ijk} = error experimental.

Resultados y Discusión

El catálogo de referencia consistió de 67 especies, el 49.3% corresponde a pastos, el 32.8% a herbáceas y el 17.9% a arbustivas. Las gramíneas aportaron mayor biomasa (209 kg/ha) que las herbáceas (65.8 kg/ha). La mayor biomasa disponible total ($p < 0.05$) se registró en la UP La Calaverna (603.3 kg/ha) y en el resto fue similar (192.6 kg/ha). La baja biomasa disponible se debió en gran medida a la escasa precipitación (Holechek *et al.*, 1989; Beltrán *et al.*, 2010), ya que en el año previo al muestreo llovió aproximadamente un 39% del promedio histórico. Además, los ganaderos de la región no acostumbran ajustar la carga animal a la producción de forraje, lo que conllevó a una utilización de casi el total de la biomasa residual en la época seca. En todas las UP se consumió una mayor proporción de gramíneas, aún en El Saltito donde se registró una mayor disponibilidad de herbáceas (Cuadro 1); al respecto Fernández y San Miguel (2007) menciona que las especies preferidas son aquellas que aparecen en la dieta en porcentajes mayores a los de aparición en la biomasa. En este sentido, Díaz (2007) menciona que los bovinos

incorporan en su dieta de 5 a 10% de herbáceas, sin embargo esto sólo se observó en Tanque de Marina, en el resto de las UP el porcentaje fue mayor debido a que éstas pueden ser consumidas por accidente al encontrarse cerca de los pastos preferidos (Fernández y San Miguel, 2007) y la baja disponibilidad de biomasa.

Cuadro 1. Principales especies que forman la composición botánica de la dieta de bovinos en el Altiplano Potosino Oeste, México.

Unidad de Producción	Especie	Dieta, %
Tanque de Marina	<i>Scleropogon brevifolius</i>	18.70
	<i>Muhlenbergia repens</i>	17.89
	<i>Bouteloua gracilis</i>	12.20
	Gram. No identificada	10.30
	<i>Panicum bulbosum</i>	10.30
Santa Bárbara	Herbáceas	23.36
	Coquillo	17.45
	<i>Distichlis spicata</i>	11.53
	<i>Scleropogon brevifolius</i>	9.35
	<i>Aristida sp.</i>	7.79
El Saltito	<i>Muhlenbergia repens</i>	28.49
	<i>Scleropogon brevifolius</i>	21.36
	Herbáceas	15.43
	<i>Bouteloua simplex</i>	12.46
	<i>Erioneuron pulchellum</i>	7.42
La Calaverna	<i>Bouteloua gracilis</i>	33.19
	Herbáceas	26.72
	<i>Muhlenbergia repens</i>	12.50
	<i>Erioneuron pulchellum</i>	9.05
	<i>Bouteloua dactyloides</i>	5.17
Rincón de Diego Martín	<i>Sporobolus airoides</i>	31.34
	<i>Tridens glandiflorum</i>	18.80
	<i>Scleropogon brevifolius</i>	14.71
	Herbáceas	14.17
	<i>Muhlenbergia repens</i>	5.18

En todas las UP la carga animal actual sobrepasa por varias veces a la carga animal estimada (Cuadro 2). Para la región, COTECOCA (2002) reporta coeficiente de agostadero de 12 a 60 ha/UA. Las UP Rincón de Diego Martín y Tanque de Marina han sobrepasado la capacidad de sus recursos (65.4 ha/UA) y es necesaria restauración ecológica del pastizal, excluyéndolo al pastoreo y siembra de especies de importancia forrajera. Para el resto de las UP se recomienda ajustar la carga animal, pastoreo controlado, biológicamente sostenible, económicamente rentable y compatible con la vida silvestre (Holecheck *et al.*, 1994; Nelson *et al.*, 1997).

Cuadro 2. Carga animal actual (CAA), estimada (CAE) y coeficientes de agostadero (CoAE) en unidades de producción del Altiplano Potosino Oeste, México.

Unidad de producción	CAA (UA/ha/año)	CAE (UA/ha/año)	CoAE(ha/UA/año)
Tanque de Marina	0.17	0.02	52.31
Santa Bárbara	0.17	0.03	30.90
El Saltito	0.15	0.03	36.95
La Calaverna	0.10	0.07	13.61
Rincón de Diego Martín	0.34	0.02	65.40

Conclusión

La dieta de los bovinos estuvo constituida básicamente por gramíneas y herbáceas. Los fragmentos de arbustivas fueron raros y no identificables, por ello no se consideró el aporte de su biomasa para estimar la carga animal. En todas las UP la carga animal actual sobrepasa a la estimada y es necesario ajustarla.

Literatura Citada

- Beltrán, L. S., García D. C. A., Hernández A. J. A., Loredó O. C., M. J., González E. L. A. y Gámez V. H. G. 2010. "Navajita Cecilia" *Bouteloua gracilis* H.B.K (Lag.). Nueva variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 1:127-130.
- COTECOCA. 2002. Comisión Técnica Consultiva de Coeficientes de Agostaderos (Cotecoca), SAGARPA, con base en: Cotecoca, SARH. 1972-1981. Revisado en 2002.
- COTECOCA. 1974. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana, estado de San Luis Potosí. Comisión Técnica Consultiva de Coeficientes de Agostaderos (Cotecoca), Secretaría de Agricultura y Ganadería. 158 p.
- Crane, C. F. and Carman J. G. 1987. Mechanisms of apomixis in *Elymus rectisetus* from eastern Australia and New Zealand. *American Journal of Botany*. 74:477-496.
- Díaz, R. O. 2007. Utilización de pastizales naturales. Argentina. Editorial Brujas. 455 p.
- Esqueda, C. M. H., Sosa R. E. E., Chavez S. A. H., Villanueva A. F., Lara R. M. J., Royo M. M. H., Sierra T. S., Gonzalez S. A. y Beltran L. S. 2011. Ajuste de carga animal en tierras de pastoreo. INIFAP. México. 47 p.
- Fernández, O. M. y San Miguel A. A. 2007. La selección de dieta en los fitófagos: conceptos, métodos e índices. *Pastos*. XXXVII:5-47.
- Holechek J. L., Tembo A. D., Fusco M. J. y Cardenas M. 1994. Long term grazing influences on Chihuahuan Desert rangeland. *Southwestern Naturalist*. 39: 342 – 349.
- Holechek, J. L. 1982. Preparation techniques for microhistological analysis. *Journal of Range Management*. 35:267-268.
- Holechek, J. L., Pieper R. D. and Herbel C. H. 1989. Range management principles and practices. Englewood Cliffs, NJ, USA. Prentice Hall. 526 p.
- IMTA. 2007. Sistema de Información-ERIC III Extractor Rápido de Información Climatológica v.2.0.CSVA-DSI-C339. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- CETENAL. 1971. Cartas edafológicas 1:50,000. Comisión de Estudios del Territorio Nacional.
- INEGI. 2005. Anuario estadístico del Estado de San Luis Potosí. Superficie de pastizal (kilómetros cuadrados). [En línea]. Disponible en www2.inegi.org.mx/sistemas/mapatematicomexicocifras3d/default.aspx?e=24&mun=49&sec=M&ind=1001000003&ani=2005&src=0&i=-. (revisado el 17/abril/2012).
- INEGI. 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Territorio nacional [En línea]. Disponible en www.inegi.org.mx. (revisado 15 de marzo de 2011).
- Nelson T., Holechek J. L., Valdez R. y Cardenas M. 1997. Wildlife numbers on late and mid seral Chihuahuan Desert rangelands. *Journal of Range Management*. 50: 593 – 599.
- SAS. 2003. Statistical Analysis System. Cary, NC, USA: SAS Inst. Inc. Statistical Analysis System institute. USA.
- SEMARNAT. 2012. El cambio climático en México. Información por estados y sector. [En línea]. Disponible en http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/index.html. (revisado 11 de julio de 2012).

CAMBIOS EN LA CARGA MICROBIAL DE CARNE DE RES POR EFECTO DE ULTRASONIDO DE POTENCIA Y ALMACENAMIENTO

CHANGES IN MICROBIAL LOAD OF BEEF AFFECTED BY POWER ULTRASOUND AND STORAGE

Orozco-Marrufo D.*, Alarcón-Rojo A. D., Valenzuela-González C., Santellano E., Chong, J.E.

*Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología, Periférico R. Almada km 1, C.P 31453,
Chihuahua, Chih. México. *responsable de la publicación: Email: a225334@uach.mx.*

Resumen

El objetivo fue estudiar el efecto del ultrasonido de potencia sobre la carga microbial presente en la carne de res. Se hicieron cinco repeticiones en un experimento con el musculo *Semitendinosus* de res el cual fue cortado en rebanadas de 1" de espesor y posteriormente tratado con 0, 60 o 90 min de ultrasonido y almacenado por 0, 2, 4, 6,8 y 10 días a 4 °C; los microorganismos a evaluar en este estudio fueron coliformes totales, mesófilos y psicrófilos. El ultrasonido de potencia aplicado tanto en 60 o 90 min a la carne no presentó efectos significativos ($P > 0.05$) en coliformes totales ya que los valores en la carne sonicada por 60 min fueron similares a los valores del tratamiento de 90 min, sin embargo todos los tratamientos de ultrasonido presentaron valores dentro del rango normal de unidades formadoras de colonias (UFC/ml) para carne fresca. Los mesófilos y psicrófilos presentan esta misma tendencia de aumento en el número de colonias durante el almacenamiento, sin presentar efecto significativo ($P > 0.05$) entre los tiempos de almacenamiento y el control o tratamiento de 0 min de ultrasonido. Se concluye que el ultrasonido puede ayudar a mantener la carne en refrigeración en buenas condiciones microbiológicas por más tiempo en almacenamiento. Se recomienda realizar más investigación sobre el efecto del ultrasonido, sobre todo en porciones gruesas de carne con la finalidad de poder escalar esta tecnología a nivel industrial.

Palabras Claves: Ultrasonido de Potencia, microorganismos, almacenamiento, inhibición, carga microbial, conservación de carne.

Abstract

The effect of ultrasound power on the reduction of microorganisms in beef, sonicated for different times and at different periods of storage at 4 ° C. There were five repetitions of the experiment using *Semitendinosus* muscle of adult cattle. They were divided into 1 "thick which were treated with 60 or 90 minutes of ultrasound and those with a control sample and stored for 0, 2, 4, 6, 8 and 10 days; microorganisms to assess in this study were Total Coliforms, Mesophilic and Psychrophiles. Power ultrasound applied in both 60 or 90 minutes after the flesh had no significant effect ($P > 0.05$) for Total Coliforms as the values of sonication time to 60 minutes is very similar to the values of time of 90 minutes and both control as the time of sonication have two values within the range of the number of colony forming units (CFU / ml). For the growth of Mesophilic and Psychrophiles have the same trend of increased number of colonies during storage Total Coliforms, without showing significant ($P > 0.05$) between storage times and control. The application of power ultrasound slice 1 "thick no significant effect ($P > 0.05$) to reduce the number of CFU / ml in the flesh, by which recommends further investigation of this new technique to explore applications in the meat industry.

Keywords: Power Ultrasound, microorganisms, storage, inhibition, microbial load, preservation of meat.

Introducción

En varios estudios se han demostrado que el ultrasonido de alta potencia se conoce para dañar o interrumpir las paredes celulares biológicas que se traducirá en la destrucción de las células vivas (Dolotowski, 2007). Estas células vivas son microorganismos presentes en la carne como la *E.coli*, *Salmonella*, *Campylobacter*, entre otras bacterias patógenas que dañan la salud humana. Sin embargo, estudios comparativos de la sensibilidad de los diferentes microorganismos muestran que la eficacia de la ecografía es muy variable, incluso con microorganismos estrechamente relacionados con diferencias en la sensibilidad, esto se traduce a que existen bacterias que son resistentes a la inactivación con la técnica del ultrasonido, (Torley and Bhesh, 2007). Por ello se busca estandarizar la medida de muestra y el tiempo necesario de sonicado para poder esclarecer los efectos y avanzar en la aplicación industrial de esta tecnología. Por lo tanto el objetivo del presente estudio es evaluar dos tiempos de aplicación de ultrasonido de potencia en rebanadas gruesas (1") de carne de res y ver su efecto en las características microbiológicas durante el almacenamiento en refrigeración.

Materiales y Métodos

Se seleccionaron de forma aleatoria cinco músculos *Semitendinosus* de vacas adultas adquiridos en un establecimiento comercial. Se retiró la grasa visible y se procedió a cortar rebanadas de 1.0" (pulgada) de grosor. De cada músculo se utilizaron tres trozos de esta medida cortadas en cubos pequeños para obtener el exudado de la carne, para posteriormente tratarlas con el equipo de ultrasonido de la marca Branson mod. 1510 de 40 kHz de frecuencia y 10.5 W/cm² utilizando agua tridestilada como medio de difusión en tres tratamientos (0,60 min y 90 min) con seis períodos de almacenamiento (0, 2, 4, 6, 8 y 10 días a 4°C). Como medio de cultivo se utilizó agar McConkey para coliformes totales y tanto para psicrófilos y mesófilos se utilizó el agar para métodos estándar. Se procedió a extraer exudado de la carne para realizar las diluciones para los microorganismos a cultivar. Los coliformes totales se incubaron por 24 h a 36°C±1°C, los mesófilos por 72 horas a 36°C±1°C y psicrófilos por 7 días a 4°C. Los resultados de los tres tipos de microorganismos se expresaron como unidades formadoras de colonias por mililitro para su análisis estadístico se convirtieron en logaritmos decimales y fueron analizados por LSMEANS SAS

Resultados y Discusión

Se evaluó el efecto del ultrasonido y del almacenamiento a 4°C sobre la flora microbiana de la carne de res. No se encontró diferencia (P<0.05) en los coliformes totales y mesófilos por efecto de ultrasonido pero sí en los psicrófilos, ya que las muestras sonicadas por 90 min presentaron disminución en la carga microbial indicando que el ultrasonido fue capaz de reducir las bacterias. Esta disminución fue consistente a lo largo del almacenamiento hasta el día 10.

Los tres tipos de microorganismos (coliformes totales, mesófilos y psicrófilos) presentaron un incremento (P<0.05) durante el almacenamiento y aunque el experimento mostro significancia debido a la variación en los valores a lo largo del experimento, no se observó que el ultrasonido disminuyera las cargas bacterianas, ya que desde el día 4 los valores de unidades formadoras de colonias por mililitro para todos los microorganismos fue aumentando hasta alcanzar el valor máximo observado el día 10 de almacenamiento. Esto indica que el ultrasonido no es capaz de controlar o disminuir (P>0.05) las cargas bacterianas presentes en la carne durante el almacenamiento, siendo igual para las muestras tratadas que para las no tratadas. Esto podría ser

divido a que el ultrasonido solo afecta la superficie de la carne sin efecto significativo hacia el interior del tejido muscular, y al muestrear la carne, se tomaron los fluidos liberados de toda la porción de la carne, tanto de la parte exterior como interior, lo cual no permitió ver el efecto de cada región por separado.

Los psicrófilos si se vieron disminuidos por el ultrasonido ($P < 0.05$) indicando que la carne que se sometió al efecto del ultrasonido disminuyo significativamente su carga. Esto indica que este tipo de bacterias es más sensible al tratamiento con ultrasonido y sus efectos son irreversibles. Contrariamente, se ha reportado que los microorganismos pueden recuperarse y sobrevivir los efectos del ultrasonido por la disposición de nutrientes que se presenta en los alimentos sonificado (Joyce et al., 2003), es decir, que el ultrasonido afectan la estructura de los alimentos exponiendo los nutrientes y dejándolos más disponibles a los microorganismos. Quizá esta teoría puede ser aplicada a los coliformes totales y a los mesófilos pero no a los psicrófilos.

Conclusiones

El ultrasonido no disminuye significativamente las cargas bacteriales de coliformes y mesófilos pero disminuye las cuentas de los psicrófilos. Esto último es de importancia para la carne refrigerada indicando que el tratamiento con ultrasonido puede ayudar a mantener la carne en refrigeración en buenas condiciones por más tiempo en almacenamiento. Se recomienda realizar más investigación sobre el efecto del ultrasonido, sobre todo en porciones gruesas de carne con la finalidad de poder escalar esta tecnología a nivel industrial.

Literatura Citada

- Dolatowski, Z. J. and J. Standnik, 2007. Effect of sonication on technological properties of beef. *Ultrasonic Inactivation Of Microorganisms* Pag.94
- Jiranek, V. P. Grbin., A.Yap., M. Barnes and D. Bates. A Review: High power ultrasonics as a novel tool offering new opportunities for managing wine microbiology. *Effects on microorganisms.*
- Joyce, E. S.S. Phull, J.P. Lorimer, T.J. Mason. 2003. The development and evaluation of ultrasound for the treatment of bacterial suspensions. A study of frequency, power and sonication time on cultured *Bacillus* species. *Ultrasonics Sonochemistry* 10: 315–318
- Lopez-Malo, A.2005. Multifactorial fungal inactivation combining thermosonication and Antimicrobials. *Journal of Food Engineering* 67 . 87–93
- SAS. 2003. Users Guide, versión 8.0. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA
- Torley, P.J. and Bhesh, R. B., 2007. Libro : *Ultrasound in Food Processing and Preservation*. Sensitivity of Different Microorganisms, Pag. 719

CUADRO 1. EL CRECIMIENTO DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS (UFC/ml) DE **COLIFORMES TOTALES** EN EL MUSCULO SEMITENDINOSUS DE BOVINO TRATADO CON ULTRASONIDO DE POTENCIA.

Tratamiento	Almacenamiento (días)					
	0	2	4	6	8	10
Control	2.52±0.57 ^e	1.33±0.57 ^f	4.68±0.57 ^c	4.54±0.57 ^d	4.96±0.57 ^b	7.10±0.71 ^a
60 min	2.99±0.57 ^e	1.39±0.57 ^f	4.79±0.57 ^d	4.84±0.57 ^c	6.71±0.57 ^b	7.88±0.71 ^a
90 min	2.07±0.57 ^e	1.53±0.63 ^f	4.38±0.57 ^d	5.92±0.57 ^c	6.52±0.57 ^b	6.87±0.71 ^a
Promedio	2.53±0.41 ^e	1.42±0.41 ^f	4.62±0.41 ^d	5.10±0.41 ^c	6.07±0.41 ^b	7.28±0.48 ^a

Literales diferentes en la columna indican contraste con diferencia significativa.

CUADRO 2. CRECIMINETO DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS (UFC)/ml DE **MESOFILOS** EN EL MUSCULO SEMITENDINOSUS DE BOVINO TRATADO CON ULTRASONIDO DE POTENCIA.

Tratamiento	Almacenamiento (días)					
	0	2	4	6	8	10
Control	3.48±0.71 ^f	4.55±0.57 ^e	5.22±0.72 ^d	6.53±0.63 ^b	6.51±0.72 ^c	7.68±0.86 ^a
60 min	4.56±0.72 ^e	3.59±0.72 ^f	5.33±0.63 ^d	6.80±0.72 ^c	7.73±0.71 ^b	7.85±1.18 ^a
90 min	3.09±0.86 ^f	3.59±0.72 ^e	5.33±0.57 ^d	8.16±1.18 ^b	8.06±0.72 ^c	8.32±0.63 ^a
Promedio	3.71±0.50 ^f	3.91±0.46 ^e	5.29±0.44 ^d	7.16±0.56 ^c	7.43±0.47 ^b	7.95±0.59 ^a

Literales diferentes en la columna indican contraste con diferencia significativa.

CUADRO 3. CRECIMIENTO DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS (UFC)/ml DE **PSICROFILOS** EN EL MUSCULO SEMITENDINOSUS DE BOVINO TRATADO CON ULTRASONIDO DE POTENCIA.

Tratamiento	Almacenamiento (días)					
	0	2	4	6	8	10
Control	3.35±0.57 ^f	4.26±0.5 ^e	5.62±0.6 ^d	7.01±0.5 ^c	7.38±0.5 ^b	7.74±0.7 ^a
60 min	3.43±0.57 ^f	3.48±0.5 ^e	5.33±0.7 ^d	6.69±0.5 ^c	7.73±0.5 ^a	7.04±0.7 ^b
90 min	3.23±0.5 ^e	2.90±0.57 ^f	5.93±0.5 ^d	6.84±0.5 ^a	6.68±0.6 ^b	6.35±0.7 ^c
Promedio	3.34±0.41 ^f	3.55±0.4 ^e	5.63±0.4 ^d	6.85±0.4 ^c	7.27±0.4 ^a	7.05±0.4 ^b

Literales diferentes en la columna indican contraste con diferencia significativa.

CUADRO 4. EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS (UFC/ml) EN MUSCULO SEMITENDINOSUS DE BOVINO TRATADO CON ULTRASONIDO DE POTENCIA

Microorganismo	Almacenamiento (días)					
	0	2	4	6	8	10
Coliformes Totales	2.53±0.41	1.42±0.41 ^c	4.62±0.41	5.10±0.41 ^b	6.07±0.41 ^a	7.28±0.48
Mesófilos	3.71±0.50	4.12±0.46 ^c	5.29±0.44	7.16±0.56 ^b	7.43±0.47 ^a	7.95±0.59
Psicrófilos	3.34±0.41	3.55±0.41 ^c	5.63±0.44	6.85±0.41 ^b	7.27±0.41 ^a	7.05±0.48

Literales diferentes en la columna indican contraste con diferencia significativa.

ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO PARA RASGOS DE PRODUCCIÓN LECHERA EN GANADO MAMBÍ DE CUBA

ESTIMATION OF GENETIC VALUE FOR PRODUCTION TRAITS IN DAIRY CATTLE MAMBI OF CUBA

Alejandro Palacios¹, José L. Espinoza¹, Narciso Y. Avila², Ariel Guillen¹, Ricardo Ortega¹ y Danilo Guerra^{3†}

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur, ²Universidad del Mar, Oaxaca, ³ Centro de Investigación para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical, Cuba

Resumen

Con el fin de estimar el valor genético para rasgos de producción lechera en vacas y sementales de la raza Mambi de Cuba, se utilizaron los registros de 42981 lactancias provenientes de 16881 vacas, hijas de 248 sementales y 2805 madres, pertenecientes a la Empresa Pecuaria Genética de Matanzas, de los años 1984 al 2002. Se estimaron las heredabilidades y valores genéticos para los siguientes rasgos de producción lechera: Leche acumulada hasta los 244 (L 244) y 305 d (L 305), leche total (LTot), duración de la lactancia (DL), grasa acumulada hasta los 244 (G 244) y 305 d (G 305), grasa total (G Tot), porcentaje de grasa acumulada hasta los 244 (PG 244) y 305 d (PG 305) y porcentaje de grasa total (PG Tot). Se utilizó el programa ASRml de Gilmour *et al* (2000) utilizando un Modelo Animal unicarácter que incluía los efectos fijos de la combinación año-cuatrimestre-rebaño y el número de lactancias; así como los efectos del ambiente permanente. Las medias para la producciones de leche total, hasta 244 y 305 d fueron de 2255.5, 1991.5 y 2165.8 kg, respectivamente. Las heredabilidades obtenidas para la producción de leche estuvieron entre 0.17 y 0.18. El mayor progreso genético se obtuvo para la producción de leche hasta los 305 d con 3.5 kg anuales para las vacas y 11.0 kg anuales para sementales. Lo anterior representa un progreso genético menor al esperado para esta raza, por lo que los rasgos pueden ser mejorados mediante la selección.

Palabras clave: producción lechera, valores genéticos, ganado Mambi.

Introducción

Cuba posee una base genética importante del ganado Cebú el cual está adaptado a las condiciones desfavorables del trópico. Estos animales en cruzamientos sistemáticos con ganados exóticos producen un vigor híbrido que se manifiesta en una mayor productividad. A partir del cruce entre el Cebú y el Holstein se han creado nuevas razas para la producción de leche; entre ellas el Mambí de Cuba (3/4 Holstein y 1/4 Cebú), la cual se desarrolló fundamentalmente en la provincia de Matanzas, lugar donde actualmente se concentra la mayor parte de los animales de esta raza.

El presente trabajo tuvo como objetivo fundamental estimar las heredabilidades de los rasgos de la producción lechera del Mambí de Cuba y los valores genéticos de las vacas y sementales mediante la utilización del procedimiento BLUP Modelo Animal.

Materiales y Métodos

Se utilizaron 42981 lactancias de la raza Mambí de Cuba perteneciente a los registros de lactancia de la Empresa Pecuaria Genética de Matanzas. La muestra estuvo representada por los animales que parieron de los años 1984 al 2002. Estas lactancias pertenecen a 16881 vacas, hijas de 2805 madres y 248 sementales.

Los rasgos estudiados fueron: leche acumulada hasta los 244 d (L 244), leche acumulada hasta los 305 d (L 305), leche total (LTot), duración de la lactancia (DL) considerando las lactancias con más de 100 d de duración, grasa acumulada hasta los 244 d (G 244), grasa acumulada hasta los 305 d (G 305), grasa total (G Tot), porcentaje de grasa acumulada hasta los 244 d (PG 244), porcentaje de grasa acumulada hasta los 305 d (PG 305) y porcentaje de grasa total (PG Tot). Para la estimación de las heredabilidades y los valores genéticos se utilizó el programa ASRml de Gilmour *et al* (2000) utilizando un Modelo Animal unicarácter. El progreso genético por unidad de tiempo, para cada uno de los rasgos estudiados, se calculó promediando los valores genéticos de los animales según el año de nacimiento y se determinó la regresión lineal de los años de nacimiento en el valor genético.

Resultados y Discusión

La media general para la producción de leche total en la raza Mambí de Cuba fue de 2255.5 ± 4.6 kg en 288.9 ± 0.3 d de lactancia como promedio (cuadro 1). Estos resultados fueron algo inferiores a los encontrados por López (1989) en un estudio previo con esta raza, pero bajo mejores condiciones ambientales, donde se obtuvo 2873 kg en 300 días de lactancia.

Cuadro 1. Número de observaciones, medias, desviaciones estándar y coeficientes de variación de los rasgos de la producción lechera en el Mambí de Cuba.

Rasgos	N	Media	D S	CV
DL	42 981	288.93	75.16	26.02
L Tot	42 981	2255.47	957.61	42.46
L 244	42 964	1991.55	783.48	39.34
L 305	42 972	2165.81	879.95	40.63
G Tot	29 415	80.03	34.59	43.23
G 244	29 367	69.46	27.32	29.34
G 305	29 373	76.45	31.16	40.77
PG Tot	28 134	3.38	0.44	12.95
PG 244	27 723	3.33	0.44	13.10
PG 305	28 027	3.36	0.43	12.90

Las heredabilidades de los rasgos estudiados se presentan en el cuadro 2. Aunque las heredabilidades fueron inferiores a las obtenidas por López (1989) en esta misma raza, donde se obtuvieron valores de 0.25, 0.24 y 0.09 para la leche total, la grasa total y la duración de la lactancia, respectivamente, hay que tener en cuenta que fueron estimadas utilizando un modelo estadístico de menor precisión (modelo semental). No obstante, el valor de la heredabilidad para la leche total (0.17) fue similar a lo informado en otras razas tropicales como la Carora (5/8 Pardo Suizo 3/8 Criollo), en Venezuela según Valle y Moura (1986) y el Siboney de Cuba por Ribas *et*

al (2001,2004). Para las producciones de grasa (0.20 - 0.23) los resultados coinciden con los de Uribe y Smulders (2004), en la raza Overo Colorado.

El efecto del ambiente permanente en la producción láctea contribuyó en un 25 % a la varianza fenotípica, lo que evidencia una ligera menor variación de estos rasgos, a través de las diferentes lactancias, que en el Siboney de Cuba, donde según Guerra *et al* (2002) este fue del 32 % para la leche a 305 d.

Cuadro 2. Heredabilidad (h^2), efecto del ambiente permanente (c^2) y temporal (e^2) de los indicadores productivos en el Mambí de Cuba.

Rasgos	$h^2 \pm ES$	$c^2 \pm ES$	$e^2 \pm ES$
DL	0.07 \pm 0.01	0.09 \pm 0.01	0.84 \pm 0.01
L Tot	0.17 \pm 0.01	0.25 \pm 0.01	0.58 \pm 0.01
L 244	0.17 \pm 0.02	0.25 \pm 0.02	0.58 \pm 0.01
L 305	0.18 \pm 0.02	0.25 \pm 0.02	0.57 \pm 0.01
G Tot	0.20 \pm 0.02	0.18 \pm 0.02	0.61 \pm 0.01
G 244	0.21 \pm 0.02	0.17 \pm 0.02	0.62 \pm 0.01
G 305	0.23 \pm 0.02	0.17 \pm 0.02	0.60 \pm 0.01
PG Tot	0.20 \pm 0.02	0.14 \pm 0.02	0.66 \pm 0.01
PG 244	0.17 \pm 0.02	0.14 \pm 0.02	0.69 \pm 0.01
PG 305	0.19 \pm 0.02	0.15 \pm 0.02	0.67 \pm 0.01

En el cuadro 3 se muestran los mínimos y máximos de los valores genéticos y el progreso genético para los rasgos analizados. Las variaciones de los valores genéticos fueron mayores para las producciones de leche y grasa hasta 305 d en relación con las producciones hasta 244 d. Hubo una tendencia a la disminución de la duración de la lactancia a través de los años de estudio, y en el caso de los sementales, de los porcentajes de grasa. Tanto para vacas como para sementales, el mayor progreso genético se obtuvo para la producción de leche hasta los 305 d, siendo mayor en los sementales.

Esto representó un incremento en la producción de leche hasta los 305 d de 94.8 kg por vía de las madres, en los 24 años estudiados y de 159.8 kg por vía de los padres, en los 17 años analizados. Teóricamente, en condiciones de selección con pruebas de progenie eficientes, con uso de los mejores 1/10 de toros anualmente y una buena selección de madres de sementales y del reemplazo hembra se debe esperar un progreso genético del orden de un 2% de la media anualmente. Siendo la media en leche aproximadamente de 2000 kg, en nuestro caso debemos esperar un progreso teórico del orden de 40 kg, por lo que estamos al 10% de las posibilidades del uso eficiente de la selección. Esta raza ha confrontado dificultades para la realización de las pruebas de progenie, lo que puede explicar en parte los resultados.

Cuadro 3. Rango de valores genéticos y progreso genético en los rasgos productivos en vacas y sementales Mambí de Cuba.

Rasgos	Valor genético Vacas		Valor genético Sementales		Progreso genético/año	
	mínimo	máximo	Mínimo	máximo	Vacas	Sementales
DL	-35.8	46.2	-36.8	49.6	-0.09	-0.20
L Tot	-696.9	997.5	-656.1	796.6	3.50	9.49
L 244	-536.0	645.9	-468.4	536.0	2.94	8.96
L 305	-654.9	835.9	-585.0	710.9	3.46	11.0
G Tot	-27.3	51.8	-0.20	34.1	0.21	0.15
G 244	-48.1	72.2	-17.8	33.9	0.23	0.26
G 305	-53.5	87.4	-19.6	41.8	0.28	0.29
PGTot	-0.35	0.51	-0.29	0.43	0.001	-0.002
PG244	-0.33	0.45	-0.26	0.40	0.001	-0.002
PG305	-0.32	0.49	-0.28	0.42	0.002	-0.002

Conclusión

Los resultados obtenidos en las heredabilidades y los valores genéticos indican que la producción de leche en este rebaño puede ser mejorada seleccionando por los valores genéticos estimados para la leche hasta 305 d.

Literatura Citada

- Guerra, D., J. C. Evora, R. de Bien, y N. Prada. 2002. Evaluación genética de la raza Siboney de Cuba. II Congreso Internacional de Mejoramiento Animal (poster) memorias. XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. 18-22 noviembre 2002. Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba.
- Guilmour, A.R., B. R. Cullis, S. J. Welham, and R. Thompson. 2000. ASReml Reference manual. NSW. Department of Agriculture. Orange. Agriculture Biometrics. No. 3. 210 pp.
- López, D. 1989. New dairy breeds in Cuba. Rev. Brazil Genet. 12.3 Supplement 231.
- Ribas, M., M. Gutiérrez, M. Mora, J. C. Evora, y S. Gonzáles. 2004. Comportamiento productivo y reproductivo del Siboney de Cuba en dos localidades. Rev. Cubana Cienc. Agric. 38 (2).121.
- Ribas, M., R. Ponce de León, A. Ajete, R. E. Mederos, M. Gutiérrez, M. Mora, G. Guzmán, J.C. Evora, S. Gonzáles, y E. Sosa. 2001. Mejoramiento genético de la producción de leche bovina bajo las condiciones actuales de producción. Informe final de proyecto. ICA. pp 71.
- Uribe, H. and J. P. Smulders. 2004. Phenotypic, environmental and genetic parameters and trend estimation for milk production traits in Overo Colorado cattle. Arch. Med. Vet. (2004). Vol 36. no 2: 137-146.
- Valle, A. y F. A. Moura. 1986. Herencia de los principales parámetros productivos y reproductivos en vacas mestizas (5/8 Pardo Suizo - 3/8 criollo) tipo Carora. Zootecnia Tropical. Vol. 4: 49-65.

RENDIMIENTO CÁRNICO DE TORETES FINALIZADOS EN CORRAL CON DIFERENTES PROPORCIONES DE ALIMENTO BALANCEADO Y ENSILADO DE MAÍZ

MEAT PERFORMANCE OF STEERS FINISHED IN FEEDLOT WITH DIFFERENT PROPORTIONS OF TOTAL MIXED RATION AND CORN SILAGE

Amós Palacios¹, Jorge Hernández¹, Carlos A. Ancheyta¹, María L. González¹, Juan A. Hernández¹.

¹Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca.

Resumen

La evaluación del rendimiento cárnico es un parámetro muy importante que normalmente no se evalúa al momento del sacrificio de bovinos. Es necesario establecer líneas de investigación que ayuden a bajar los costos de producción e incrementar el rendimiento de los componentes de la canal. El objetivo de estudio fue determinar los rendimientos de componentes cárnicos primarios, cortes menores y componentes no cárnicos de toretes Pardo Suizo x Brahmán finalizados en corral y alimentados con diferentes proporciones de alimento balanceado y ensilado. Se seleccionaron ocho toretes de dos años de edad, según diseño completamente al azar se formaron dos tratamientos con cuatro repeticiones. Los animales del tratamiento uno (T1) se les proporcionó 4 kg de alimento balanceado por animal por día, y a los del tratamiento dos (T2) se les asignó 4.8 kg diariamente. El ensilado de maíz se ofreció *ad libitum*. Las variables medidas fueron peso vivo (PV), peso de la canal caliente (PCC), peso de los cortes primarios de la canal, peso de los cortes menores y peso de los componentes no cárnicos de la canal. Para determinar diferencia entre medias se utilizó la prueba de Tukey. Ambos tratamientos tuvieron una respuesta similar ($P > 0.05$) en las variables evaluadas. Se obtuvo RCC de 59.81 ± 0.599 y de 58.72 ± 0.533 para T1 y T2, respectivamente. En conclusión, es posible utilizar solo 4 kg (37% del total de la MS consumida) de alimento balanceado sin afectar el rendimiento cárnico de toretes Pardo Suizo x Brahman en un sistema intensivo.

Palabras clave: Torettes finalizados, rendimiento cárnico, alimento balanceado, ensilado de maíz.

Introducción

La carne de bovino juega un papel importante en la alimentación humana ya que es uno de los alimentos con mayor aporte de proteína de origen animal y debido a su sabor y cualidades nutritivas es muy demandada por las personas y será más demandada en el futuro ya que la población humana va creciendo día a día. Actualmente el rendimiento cárnico es de gran importancia tanto para el productor, que busca vender un animal con la mayor cantidad de peso, como para el tablajero que busca obtener un buen rendimiento en carne y por consiguiente en cortes que tengan mayor valor comercial. El rendimiento cárnico se define como el cociente entre el peso vivo del animal y los componentes de la canal expresada en porcentaje.

Hoy en día el sistema de producción en corral de bovinos para abasto es una de las actividades que ha tomado auge, toda empresa dedicada a la engorda de bovinos buscan rentabilidad bajando los costos de alimento y forraje (Rodríguez, et. al., 2005). En esta actividad la compra y venta de

ganado se realiza con base en los kilogramos de peso, ya sea en animal vivo o en canal. El mercado demanda animales con buena conformación y peso vivo que varía entre 430 y 550 kg, el comercializador prefiere que la canal tenga un rendimiento mínimo de 58 % asegurando un buen rendimiento en carne y cortes, estos aspectos se ven afectados por múltiples factores entre los que destaca la alimentación. A pesar de su importancia, poco se conoce sobre el rendimiento de los componentes cárnicos de toretes finalizados en corral; existe muy poca información que hable sobre el comportamiento de la craza Pardo Suizo x Brahman (Nuñez, et. Al., 2008, Hernández, et. Al., 2009). Para ello se planteó esta investigación en donde se determinó el rendimiento de componentes cárnicos primarios, cortes menores y componentes no cárnicos de toretes Pardo Suizo x Brahman finalizados en corral alimentados con diferentes proporciones de alimento balanceado y ensilado de maíz, estableciendo dos estrategias de alimentación

Materiales y Métodos

Se seleccionaron ocho toretes de dos años de edad, según diseño completamente al azar se formaron dos tratamientos con cuatro repeticiones. Los animales del tratamiento uno (T1) se les proporcionó 4 kg de alimento balanceado por animal por día, y a los del tratamiento dos (T2) se les asignó 4.8 kg diariamente. El ensilado de maíz se ofreció *ad libitum*. Las variables medidas fueron peso vivo (PV), peso de la canal (PC), peso de los cortes primarios de la canal, peso de los cortes menores y peso de los componentes no cárnicos de la canal. El análisis estadístico se realizó a través de un modelo lineal generalizado mediante el procedimiento PROC GLM del SAS (2001) ajustando las medias de tratamiento por la covariable peso a la matanza. El factor de estudio tuvo dos niveles, diferente proporción de alimento balanceado y ensilado. Para determinar diferencia entre medias se utilizó la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

El rendimiento de la canal en los tratamientos (T1 59.81 ± 0.599 , T2 58.72 ± 0.533) no fue afectado ($P > 0.05$) por la proporción de alimento balanceado + ensilado consumido (cuadro 1). El rendimiento de los cortes primarios y de los cortes menores fueron similares ($P > 0.05$) en ambos tratamientos, con excepción particular de la pierna izquierda (10.07 ± 0.223^a) y pierna derecha (10.34 ± 0.188^a) en el T1 que son las que obtuvieron el mayor ($P < 0.05$) rendimiento. Las paletas y el costillar, no mostraron diferencia ($P > 0.05$) entre tratamientos, sin embargo se observa una tendencia mejoradora en el T1. En lo que se refiere a los cortes menores se puede observar que solamente el lomillo (*M. Psoas minor*) presentó una ventaja porcentual en T2.

Cuadro 1. Rendimiento de la canal, componentes cárnicos y cortes menores en relación al peso vivo de toretes finalizados en corral, con dos niveles de alimento balanceado.

	T 1	T 2
	4kg de Alimento + Ensilado	4.8kg de Alim. + Ensilado
	42 % AB 58 % ENS	37 % AB 63 % ENS
REND. CANAL	59.81 ± 0.599	58.72 ± 0.533
<u>REND. CORTES PRIMARIOS</u>		
Pierna izquierda	10.07 ± 0.223 ^a	9.86 ± 0.199 ^b
Pierna derecha	10.34 ± 0.188 ^a	9.71 ± 0.167 ^b
Paleta izquierda	6.68 ± 0.071	6.57 ± 0.063
Paleta derecha	6.55 ± 0.122	6.32 ± 0.108
Costillar izquierdo	5.55 ± 0.153	5.48 ± 0.136
Costillar derecho	5.79 ± 0.234	5.48 ± 0.208
<u>CORTES MENORES</u>		
Vertebras torácicas y cervicales (Agujas)	8.04 ± 0.224	8.04 ± 0.199
Aguja lumbar	1.19 ± 0.056	1.10 ± 0.049
Lomo izq. y der.	2.49 ± 0.112	2.69 ± 0.100
Suadero izq. y der.	1.13 ± 0.027	1.10 ± 0.024
Lomillo	0.22 ± 0.008 ^a	0.26 ± 0.007 ^b

Ningún componente no cárnico mostró diferencia entre tratamientos ($p > 0.05$); sin embargo, en el T2 los órganos de cavidad abdominal (hígado, vesícula vacía, ácidos biliares, omaso, retículo-rumen, grasa de retículo rumen, Intestino grueso e Intestino delgado) y sus contenidos (contenidos de retículo-rumen, intestino grueso y contenido de intestino delgado) son mayores numéricamente, aunque estadísticamente no presentan diferencia ($p > 0.05$); lo contrario ocurrió con los órganos de cavidad torácica en el T1 (esófago, tráquea, pulmones, corazón, grasa de corazón, arterias y válvulas de corazón) en donde mostraron que numéricamente son mejores, aunque estadísticamente no hay diferencia ($p > 0.05$). En cuanto a los contenidos de rumen – retículo y abomaso de manera porcentual fueron mayores en el T1, lo contrario a I. delgado e I. grueso los cuales fueron mayores en el T2, aunque estadísticamente no hay diferencia ($p > 0.05$).

Cuadro 2. Rendimiento de componentes no cárnicos en relación al peso vivo de toretes finalizados en corral con dos niveles de alimento balanceado.

	T 1	T 2
	4kg de Alimento + Ensilado	4.8kg de Alim. + Ensilado
	42 % AB 58 % ENS	37 % AB 63 % ENS
<u>COMPONENTES NO CÁRNICOS</u>		
Patas traseras	1.13 ± 0.050	1.14 ± 0.044
Patas delanteras	1.02 ± 0.035	1.03 ± 0.031
Cabeza	2.87 ± 0.058 ^a	2.76 ± 0.052 ^b
Lengua	0.33 ± 0.024	0.34 ± 0.021
Piel	8.49 ± 0.350	9.17 ± 0.311
<u>Órganos cavidad torácica</u>		
Esófago	0.36 ± 0.177	0.13 ± 0.158
Tráquea	0.61 ± 0.297	0.16 ± 0.264
Pulmones	0.66 ± 0.056	0.63 ± 0.050
Corazón	0.37 ± 0.037	0.32 ± 0.032
Grasa del corazón	0.13 ± 0.019	0.11 ± 0.017
Art. Válvulas del corazón	0.27 ± 0.025	0.27 ± 0.022

<u>Órganos cavidad abdominal</u>		
Aparato reproductor	0.19 ± 0.019	0.19 ± 0.017
Bazo	0.34 ± 0.018	0.30 ± 0.016
Hígado	1.09 ± 0.089	1.29 ± 0.079
Vesícula	0.01 ± 0.002	0.02 ± 0.002
Retículo-rumen	1.80 ± 0.121	2.09 ± 0.108
Grasa retículo-rumen	0.87 ± 0.143	1.06 ± 0.127
Omaso	0.62 ± 0.070	0.69 ± 0.062
Abomaso	0.39 ± 0.021	0.39 ± 0.019
Intestino Delgado	0.95 ± 0.090	1.04 ± 0.080
Intestino Grueso	0.92 ± 0.063	0.99 ± 0.056
Vejiga	0.13 ± 0.016	0.13 ± 0.014
Riñón	0.17 ± 0.013	0.17 ± 0.011
Grasa de la riñonada	0.94 ± 0.108	1.23 ± 0.096
<u>Contenidos gastrointestinales</u>		
Contenido retículo-rumen	10.22 ± 0.578	8.63 ± 0.513
Contenido Abomaso	0.27 ± 0.047	0.25 ± 0.041
Contenido Intestino Delgado	0.75 ± 0.180	0.78 ± 0.160
Contenido Intestino Grueso	0.58 ± 0.229	0.88 ± 0.203
Ácidos biliares	0.03 ± 0.012	0.06 ± 0.011

En el cuadro 3 se presentan los rendimientos de los cortes primarios y menores, se puede notar que solo el corte primario lomo izquierdo y derecho presentó un mayor ($P < 0.05$) promedio en el T2, también se observa que no mostraron diferencia ($p > 0.05$) entre tratamientos, sin embargo hay una tendencia mejoradora en el T1 tanto en cortes primarios como en cortes menores.

Cuadro 3. Rendimiento de la canal caliente, cortes primarios, cortes menores en relación al peso vacío del cuerpo de toretes finalizados en corral, con dos niveles de alimento balanceado.

	T 1 4kg de Alimento + Ensilado 42 % AB 58 % ENS	T 2 4.8kg de Alim. + Ensilado 37 % AB 63 % ENS
<u>RENDIMIENTO DE LOS CORTES</u>		
<u>PRIMARIOS</u>		
Pierna izquierda	16.83 ± 0.436	16.81 ± 0.387
Pierna derecha	17.29 ± 0.304	16.52 ± 0.270
Paleta izquierda	11.17 ± 0.144	11.19 ± 0.128
Paleta derecha	10.95 ± 0.162	10.76 ± 0.144
Costillar izquierdo	9.28 ± 0.225	9.31 ± 0.200
Costillar derecho	9.69 ± 0.342	9.33 ± 0.304
<u>CORTES MENORES</u>		
Vertebras torácicas y cervicales (Agujas)	13.44 ± 0.278	13.09 ± 0.247
Aguja lumbar	1.98 ± 0.096	1.86 ± 0.085
Lomo izq. y der.	0.36 ± 0.013a	0.43 ± 0.011b
Suadero izq. y der.	1.87 ± 0.046	1.87 ± 0.041
Lomillo	4.16 ± 0.165	4.57 ± 0.146

Conclusión

Se acepta la hipótesis planteada, ya que el rendimiento de los componentes cárnicos fue similar en ambos tratamientos, por lo que se concluye que solo son necesarios 4 kg de alimento

balanceado (17.94 % PC, 2.70 Mcal EM/kg) por día por torete, más ensilado de maíz *ad libitum* para obtener rendimientos de la canal y de los componentes cárnicos aceptables en toretes cruza Pardo Suizo x Cebú finalizados en corral en clima templado. Resulta más eficiente obtener el rendimiento verdadero de la canal a través del peso del cuerpo vacío, ya que, de no ser así, el contenido gastrointestinal incrementa el error de estimación del rendimiento comercial de la canal.

Literatura Citada

- Hernández B. J., Gómez V. A., Núñez G. F. A., Ríos R. F.G., Mendoza M. G. D., García M. J. A., Villegas A., Hernández S. D., Joaquín T. B. M. 2009. Rendimiento de la canal y de los componentes no cárnicos de toretes pardo suizo x cebú en tres sistemas de alimentación en clima cálido húmedo. Facultad de Zootecnia Autónoma de Chihuahua. Universidad y Ciencia. 25 (2):173-180.
- Núñez G. F., García M. J. A., Desdémona M. E. 2008. Evaluación de canales de toros sacrificados a diferente peso comercial en el estado de Oaxaca México. R. Bras. Agrociência, Pelotas 14 (2):359-368.
- Rodríguez D., Michelena J. B., Martín P. C. Jordán H., Alfonso F., Vera, Ana M., Sarduy L. 2005. Características de la canal alimentados con dietas de caña de azúcar. Instituto de ciencia animal. Red de revistas científicas de América latina, el Caribe, España y Portugal. Redalyc. Revista cubana y científica agrícola 39 (3):239-296. La Habana Cuba. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=193017771005>.

APORTE FORRAJERO DE LOS DIFERENTES ESTRATOS DE VEGETACIÓN A LA DIETA DE BOVINOS PASTOREANDO EN EL MATORRAL ALTO ESPINOSO EN EL ESTADO DE SONORA

CONTRIBUTION OF DIFFERENT LAYERS FODDER OF VEGETATION TO THE DIET OF CATTLE GRAZING ON THE MATORRAL ALTO ESPINOSO IN THE STATE OF SONORA

Miguel A. Parra¹, Felipe Ramírez¹, Enrique Enríquez¹ y Martín F. Silva¹

¹*Campo Experimental Costa de Hermosillo-INIFAP*

Resumen

La base de la actividad ganadera es la disponibilidad de los recursos naturales agua y forraje proveniente de la vegetación en los agostaderos. Existen diferentes tipos de vegetación donde la biodiversidad específica de cada uno, y la densidad y distribución de las especies hacen que los animales en pastoreo seleccionen y adapten su dieta en cada sitio de productividad. Conocer aspectos tan básicos como la preferencia que tienen los animales por ciertas especies o estratos, puede ayudar a un adecuado manejo y aprovechamiento sustentable. Para conocer la composición de la dieta de bovinos en el matorral alto espinoso, se realizó el presente estudio. La colección de la dieta se hizo con novillos fistulados, durante dos años en distintas estaciones. La identificación de las especies en el bolo, se hizo mediante la técnica microhistológica. Los resultados indican que los bovinos consumieron mayor cantidad ($p < 0.05$) del estrato arbustivo en primavera, con un 57 %. Mientras que en las otras estaciones, la preferencia fue mayor para el estrato herbáceo ($p < 0.05$). Se observó que el consumo del estrato arbóreo fue bajo pero constante durante todo el año. Estos resultados indican la importancia de un "menú" diversificado en el agostadero y que los bovinos adaptan su dieta en cada estación del año de acuerdo a la disponibilidad de forraje en las diferentes especies de plantas.

Palabras clave: preferencia, dieta, pastoreo.

Abstract

The basis of livestock is the availability of natural resources from water and forage vegetation in the rangelands. There are different types of vegetation where specific biodiversity of each, and the density and distribution of species means that grazing animals select and adapt their diet in each site productive. Knowing basic aspects such as the preference of animals for certain species or strata, can help the proper management and sustainable use. For the composition of cattle diet in the high thorny bushes, we undertook the present study. The collection of the diet was made with fistulated steers for two years at different stations. The identification of species in the food bolus was done by microhistological technique. The results indicate that cattle consumed more ($p < 0.05$) of the shrub in spring, with 57%, while in the other seasons the preference was higher for the herbaceous layer ($p < 0.05$). It was observed that consumption of the tree layer was low but constant throughout the year. These results indicate the importance of "menu" diversified into cattle pasture and adjust their diet in every season according to the availability of forage on different plant species.

Key words: Preference, diet, grazing.

Introducción

Para cualquier actividad es indispensable el conocimiento básico de los procesos de producción, así como de todos aquellos factores que afectan la eficiencia de uso de los recursos disponibles. La ganadería extensiva es una actividad que depende de una gran cantidad de factores, tanto del medio ambiente como de los animales, de sus hábitos alimenticios, preferencia, biodiversidad, disponibilidad y gustosidad de las plantas que consume, disponibilidad y distribución del agua, la época del año, cantidad y distribución de las lluvias, entre otros. Sin embargo, en el estado de Sonora, donde se cuenta con una diversidad de comunidades vegetales y un gran número de especies disponibles para ser aprovechadas por el ganado, es poca la investigación que se ha desarrollado en apoyo a programas de manejo sustentados en un conocimiento real sobre la importancia de cada estrato de vegetación y de las diferentes especies sobre su aporte proporcional y nutricional a la dieta de los bovinos en pastoreo. Los animales en el agostadero adaptan sus hábitos alimenticios y la preferencia por las especies al tipo de vegetación donde se encuentren, seleccionando diferentes especies o partes de las plantas a medida que cambia su estado fisiológico. El objetivo de este estudio fue el de conocer la contribución de los diferentes estratos de vegetación a la dieta de bovinos pastoreando en el tipo de vegetación clasificado por COTECOCA (1986) como matorral alto espinoso. Este tipo de vegetación presenta 6 sitios de productividad; sin embargo, cubriendo lomeríos medianos y altos, La vegetación es una asociación de uña de gato *Mimosa laxiflora*, sangregado *Jatropha cardiophylla*, ocotillo *Fouquieria splendens*, navajita delgada *Bouteloua repens*, navajita tosca *B. williamsi*, banderilla *B. curtipendula*, rama blanca *Encelia farinosa*, Torotes *Bursera fragilis* y *Bursera odorata*, hierba de la flecha *Sapium biloculare*, palo dulce *Eysenhardtia orthocarpa*, zámota *Coursetia glandulosa*, tarachique *Dodonaea viscosa*, tepeguaje *Lysiloma watsonni*, guajito *Acacia millefolia*, ocotillo macho *Fouquieria macdougalli*, tuíbari *Forestiera angustifolia*, hojasén *Cassia biflora*, tronador *Tecoma stans*, estafiate *Ambrosia confertiflora*, cóсахui del sur *Krameria sp.*, cóсахui del norte *Calliandra eriophylla*, pintapán *Anoda cristata*, fermina *Janusia gracilis*, chicurilla *Ambrosia cordifolia*, rosa maría *Virguieria deltoidea*, sotol *Dasyllirion wheeleri*, vinorama *Acacia constricta*, verbena del desierto *Allionia incarnata*, sibirí *Opuntia arbusticola*, brea *Cercidium sonora*, pitahaya *Lemaireocereus thurberi*, choya *Opuntia sp.*, chilicote *Erythrina flabelliformis*, mala mujer *Solanum elaeagnifolium*, tasajillo *Opuntia leptocaulis*, yuca sp. En los pequeños cañones que existen en el sitio, se encuentran asociaciones de mezquite *prosopis juliflora*, palo chino *Pithecellobium mexicanum*, tabachín *Caesalpinia pulcherrima*, garambullo *Celtis pallida* y algunas especies anuales de los géneros *Muhlenbergia*, *setaria*, *Bouteloua* y *Setariopsis*. El coeficiente de agostadero para este sitio es de 22 ha por unidad animal, en la condición buena y en años de precipitación normal.

Materiales y Métodos

El trabajo de campo se desarrolló en el municipio de Arizpe, Sonora, en el tipo de vegetación clasificado como matorral alto espinoso” en diferentes sitios de productividad. La colección de muestras de la dieta en cada sitio se hizo utilizando cuatro novillos provistos con fístula esofágica de acuerdo a Chávez (1990). Los animales permanecieron pastoreando junto con animales criados en la región, en cada sitio durante 10 días antes de los muestreos como período de adaptación y para que conocieran las especies forrajeras presentes. Previo a cada muestreo, los animales fueron dietados en corral durante la noche para evitar regurgitación del alimento y la contaminación de las muestras colectadas. Cada periodo de colecta fue de durante cinco días consecutivos comenzando el pastoreo al amanecer y por aproximadamente 45 minutos antes de retirar las bolsas colectoras. El manejo de la muestra fue dejarlas escurrir

por una hora antes de colocarlas en charolas a secar debidamente identificadas. Una vez completamente secas fueron molidas en molino willey con criba de 2 mm. Para la determinación de la composición botánica de la dieta se empleó la técnica microhistológica descrita por Peña Neira (1980). Para el análisis estadístico se utilizó el procedimiento GLM del paquete SAS y la opción LSMEANS para la separación de medias con una confiabilidad de $P < 0.05$. Se compararon las medias de aportación forrajera a la dieta de cada uno de los estratos de vegetación en las diferentes épocas.

Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos como porcentaje de la dieta en que los animales consumieron especies de los diferentes estratos de plantas cuando pastorearon en el matorral alto espinoso durante las distintas estaciones del año. Como se puede apreciar, las plantas del estrato herbáceo, especies de gramíneas y hierbas, fueron preferidas por los bovinos la mayor parte del año ($p < 0.05$). Solamente en la estación de primavera, las especies del estrato arbustivo fueron preferidas ($p < 0.05$) sobre las del estrato herbáceo. Estos cambios se explican debido a los cambios en disponibilidad y calidad del forraje proveniente de las diversas especies. Durante la primavera, las especies de arbustivas presentan rebrotes y flores que son de gran calidad y gustosidad para los animales, mientras que en verano, otoño e invierno, la disponibilidad del estrato herbáceo es mayor, por lo que su aporte proporcional a la dieta también se incrementa. En cuanto al estrato arbóreo, se puede observar que aunque su contribución es baja, es constante durante el año. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Parra *et al.* (2010) en el matorral arbosufrutescente, donde la disponibilidad de especies arbóreas es mayor y de mejor calidad forrajera y sin embargo, su aporte a la dieta también es más bajo que los estratos de herbáceas y arbustivas.

Cuadro 1. Aporte proporcional (%) de los distintos estratos de vegetación a la dieta de bovinos en el matorral alto espinoso.

Estrato de vegetación	Estación del año			
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Herbáceo	36.41 b	79.85 a	56.16 a	58.32 a
Arbustivo	57.58 a	20.14 b	36.01 b	37.90 b
Arbóreo	4.98 c	0.0 c	7.81 c	5.03 c

*Valores con distinta literal dentro de la misma columna son diferentes entre sí ($p < 0.05$).

En la figura 1, se puede apreciar mejor la tendencia en la composición de la dieta a través del año de los bovinos pastoreando en el matorral alto espinoso. Claramente se aprecian las diferencias en la contribución de los tres estratos y como se incrementa el consumo de herbáceas durante el verano cuando por las precipitaciones propias de esta época aumenta su disponibilidad y calidad, para ir decreciendo a partir del otoño, cuando llegan al estado de madurez y baja su calidad, hasta llegar a los meses de primavera, donde tanto su disponibilidad como calidad son pobres. Es en estos meses cuando se invierte la proporción en el consumo, al cambiar la preferencia de los bovinos por las especies de arbustivas que se encuentran en rebrote, floración y al inicio de su producción de frutos o vainas, partes de las plantas que son muy apetecibles para los animales.

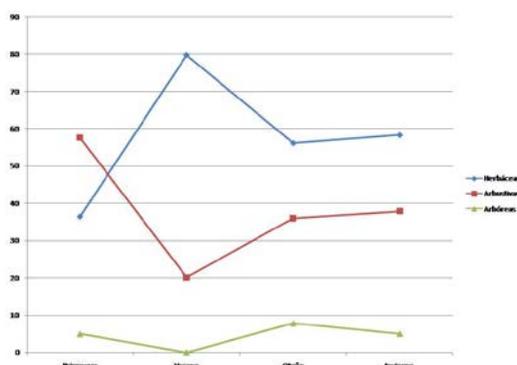


Figura 1. Aporte de los estratos de vegetación a la dieta del ganado en el matorral alto espinoso a través del año.

Las especies arbóreas que se encuentran en este tipo de matorral, como el mezquite, palo chino, tepeguaje, torotes y ocotillos macho no son especies muy apetecibles para el ganado por su baja producción de follaje, su sabor o gran cantidad de espinas, lo que se refleja en valores de bajo consumo durante todo el año. En la época de secas se encuentran sin follaje por lo que no se detectaron en las muestras de la dieta, presentando un valor de cero.

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir que aunque el ganado cambia sus hábitos alimenticios en base a las condiciones de disponibilidad y calidad de las especies, en el matorral alto espinoso, las especies de los estratos herbáceo y arbustivo aportan la mayor proporción a la dieta del ganado bovino, que las selecciona en la medida que cambian las condiciones ambientales y el estado fisiológico de las especies. Se puede también decir que en este tipo de vegetación, la clave del manejo del pastoreo adecuado debe de estar basado en el uso sustentable de estos estratos, considerarlos al estimar la capacidad de carga y los programas de mejoramiento.

Literatura Citada

- Chávez, A.H. 1990. Técnicas utilizadas para evaluar la respuesta de los animales en pastoreo en los agostaderos. en: Castellanos, A., G. Llamas y A.S. Shimada. 1990. Manual de Técnicas en Investigación en Rumiología. Consultores en Producción Animal, S.C. México D.F.
- COTECOCA, 1986. Guías de vegetación para el estado de Sonora. Documento sin publicar. SARH.
- COTECOCA, 2002. Diagnóstico de los agostaderos del estado de Sonora. Coordinación General de Ganadería. SAGARPA.
- Parra G. M. A., Ramírez M. F., Enríquez C. E. y Miranda Z. H. 2010. Composición de la dieta de bovinos pastoreando en el matorral arbosufrescente en el estado de Sonora. Memorias del Congreso Internacional sobre producción de carne y leche. UABC Instituto de Ciencias Agrícolas. Mexicali B.C.
- Peña Neira, J.M. 1980. La técnica microhistológica. Serie Técnico-Científica. Vol. 1 N° 6. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Campo Experimental La Campana. México.

**LA CADENA AGROALIMENTARIA DE CARNE ORGÁNICA - UNA OPCIÓN PARA
LA PRODUCCIÓN DE BOVINOS CARNE**

**THE ORGANIC BEEF SUPPLY CHAIN – AN OPTION FOR BEEF CATTLE
PRODUCTION**

P. Fajersson

EcoAgroPec, Hueytamalco, Puebla

Resumen

El objetivo de este proyecto fue integrar la cadena agroalimentaria pionera de carne bovina orgánica en el trópico mexicano con el fin de sensibilizar e introducir estos productos de valor agregado en el mercado nacional y en paralelo exportar carne de calidad a Europa. Preocupaciones por la salud humana, los recursos naturales y bienestar animal ha fomentado la demanda de la carne orgánica. Esta demanda representa una oportunidad a seguir produciendo carne en pastoreo, aprovechando en forma sustentable los abundantes recursos naturales y obtener un valor agregado a la carne. Después de mas que una década, la primera cadena agroalimentaria de carne bovina orgánica en el trópico mexicano sigue siendo redituable no solo en la actualidad, pero en seis escenarios futuros. El volumen de la carne producida crece sin deterioro a los recursos naturales y la eficiencia energética y la estabilidad económica siguen incrementando, así demostrando la sustentabilidad de la cadena. El interés en la carne orgánica se ve reflejado en la colaboración y apoyo del proyecto a semejantes actividades en ocho estados del país. Mercados con valor agregado para la carne orgánica existen tanto al nivel nacional como internacional y se debe aprovechar que la comida Mexicana es renombrada a nivel global.

Palabras clave: carne orgánica, cadena agroalimentaria, pastoreo, valor agregado, mercado

Abstract

The objective of the project was to integrate the pioneer organic beef supply chain in the Mexican tropics in order to familiarize and introduce these products with value added on the domestic market and in parallel export quality beef to Europe. Worries about human health, natural resource use and animal welfare have driven the demand for organic beef. This demand represents an opportunity to continue to produce grassfed beef, utilizing the abundant natural resources in a sustainable way, and add value to the beef. After more than a decade, the first organic beef supply chain in the Mexican tropics continue to be profitable, not only currently, but in six future scenarios. The volume of beef produced continue to increase without deterioration of the natural resources and the energy efficiency and economic stability are growing, thus demonstrating the sustainability of this supply chain. The growing interest in

organic beef is reflected in the collaboration and support given by the project to similar activities in eight Mexican states. Various value added markets, both domestic and international ones, exist for the organic beef produced and there Mexican food is popular globally.

Key words: organic beef, supply chain, grassfed, added value, markets

Introducción

México tiene una amplia variedad de climas en diferentes regiones, en las cuales se expresa la extraordinaria biodiversidad del país y, como una consecuencia, existen numerosos tipos de sistemas extensivos de producción pecuaria. En particular, las regiones tropicales y subtropicales cuentan con abundantes recursos naturales, especialmente forrajes, para sostener la producción de bovinos carne en dichos sistemas de producción. A través del tiempo, la demanda de la carne magra de pastoreo ha sido desplazada por carne de engorda. Sin embargo, actualmente los insumos para la alimentación en la producción de carne de res han encarecido fuertemente y la infraestructura para las engordas representa una inversión inalcanzable para muchos de los ganaderos. Al mismo tiempo, al nivel político y en segmentos de la población, problemas de salud por malos hábitos de alimentación y sedentarismo fomentan el interés y necesidad de productos de origen animal con distintas características. Por ejemplo, la carne magra de pastoreo del centro y sur del país, con menos grasa intermuscular y un nivel alto de ácidos grasos omega 6 y 3 en una relación favorable entre ambos, es de nuevo un producto cotizado, tanto en otras partes del territorio como al nivel internacional.

Lo anterior en conjunto, y en forma paralela y complementaria a la producción convencional intensiva de carne, nos ha brindado una oportunidad a seguir aprovechando la ganadería de carne basada en sistemas de pastoreo tradicionales, pero mejorados bajo el paradigma y certificación orgánica del predio, la cual permite un valor agregado a estos productos. Resumiendo algunos de los puntos clave, que se certifiquen en estos sistemas:

- El ganado es adaptado a su entorno, sano y libre de contaminantes y goza de bienestar (Broom, 1986, Webster 2001, 2006), en su(s) sistema(s) de pastoreo sostenible(s).
- El/Los sistemas de producción fomenta: La fertilidad de los suelos, la biodiversidad, los recursos hidráulicos y la integración agrosilvopastoril, conservando el medioambiente.
- La alimentación es principalmente de origen vegetal y del mismo rancho.
- La medicina veterinaria preventiva y alternativa (herbolaria, homeopática, etc.) siempre llevan preferencias en el manejo sanitario del hato. Se recurre a la alopática únicamente, y bajo reglas estrictas, cuando no existe otra opción, así dando prioridad al bienestar del animal enfermo.
- Se lleva registros de todos los procesos productivos y administrativos del predio.
- El hato participa en las campañas zoonosológicas para bovinos (Brucelosis, Tuberculosis y la Rabia) y el ganado es identificado por SIINIGA para asegurar la trazabilidad.

- El sacrificio se lleva acabo únicamente en rastros Tipo TIF.
La ganadería orgánica asegura la inocuidad alimentaría desde sus fundamentos en una producción limpia y sustentable (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2007 y 2008).

México cuenta con una ley de la producción orgánica y en el 2009 se escribieron los lineamientos técnicos para la operación agropecuaria orgánica, basados el la norma europea y adaptados a las condiciones locales, los cuales siguen en revisión (Gómez Cruz *et al.*, 2009).

El objetivo de este proyecto fue integrar la cadena agroalimentaria pionera de carne bovina orgánica en el trópico mexicano con el fin de sensibilizar e introducir estos productos de valor agregado en el mercado nacional y en paralelo exportar carne de calidad a Europa.

Materiales y Métodos

En 2001, se formó una alianza estratégica en Veracruz entre academia, dos productores líderes y una agencia certificadora, colaborando en extensión, investigación y educación para integrar la cadena agroalimentaria pionera de carne bovina orgánica en el trópico mexicano. Veinte ganaderos fueron guiados hacia la conversión a la producción de carne bovina orgánica. La capacitación incluyo dos cursos teóricos-prácticos internacionales, visitas a ranchos, simposios y talleres. En los últimos dos participaron también estudiantes.

La enseñanza inicio con un curso de postgrado sobre sistemas agropecuarios sostenibles, en el cual se introdujo el proyecto a los alumnos. Cuatro generaciones de alumnos visitaron el productor líder de carne orgánica y dos de ellos hicieron su proyecto de extensionismo del curso analizando su cadena agroalimentaria.

La investigación se enfocó en la caracterización y desarrollo de la cadena agroalimentaria de la carne orgánica del productor líder en comparación con su sistema anterior de producción tradicional de bovinos carne en pastoreo. El conjunto de ranchos “La Rumorosa” es situado en el municipio de Coazintla afuera de Poza Rica, Veracruz y contó con un sistema tradicional de pastoreo de gramas nativas en 650 ha con 550 cabezas de ganado Cebú. El ganado fue llevado a media ceba de 400 kg sin suplementación a los 27-30 meses y vendido en pie.

En específico, se hizo un análisis financiero y energético comparativo a través del tiempo. Colaboración continúa, entrevistas con el dueño y un cuestionario fueron utilizados para obtener los costos de la producción, cuantificar insumos y productos de los años 2000, 2006, y 2010. En el análisis financiero, costos fijos y variables e ingresos fueron identificados, cuantificados y comparados. Un análisis de sensibilidad de seis escenarios económicos futuros identificó las fortalezas y debilidades en un entorno dinámico. En el análisis energético, los insumos y productos fueron identificados, cuantificados, cada uno asignado un valor y transformados a BTUs (British Thermal Units, por sus siglas en ingles) y comparados a través del tiempo. Estos fueron también utilizados para determinar puntos críticos en la cadena agroalimentaria para identificar oportunidades para mejorar el uso de los recursos.

El proyecto incluyó una expansión regional en los demás estados del Golfo con actividades académicas, de educación continua, capacitación, extensionismo e intercambio de experiencias.

Resultados y Discusión

La primera cadena agroalimentaria de carne orgánica en el trópico Mexicano fue certificado por Bioagricert in 2003. En 2010, La Rumorosa contaba con 697 cabezas de cruza de Cebú pastoreando en sistemas (agro)silvopastoriles de 736 ha. El ganado fue sacrificado a 425-475 kg de peso vivo en el rastro TIF y procesado por el mismo ganadero, quien vendió carne orgánica de 150-200 cabezas/año a tiendas y mercados orgánicos en siete estados con un calor agregado de 35%. El retorno de la inversión fue 16.6 % para el sistema tradicional y 31.2 % para la cadena agroalimentaria, mientras las ganancias marginales fueron USD 43, 912 y USD 93,339 respectivamente. La eficiencia energética fue 18.3 % en el sistema tradicional y 49.6% en la cadena agroalimentaria, que siguió redituable en seis escenarios futuros. El volumen de la carne producida sigue incrementando sin deterioro a los recursos naturales y la eficiencia energética y la estabilidad económica siguen aumentando, demostrando la sustentabilidad de la cadena.

Sobre los esfuerzos a exportar la carne orgánica, se encontró que muchos ganaderos resisten tomar riesgos en situaciones que hagan que su sustento de vida será directamente dependiente de otros productores, por lo tanto la organización es un reto. Como consecuencia, varios ganaderos han tardado en concluir su certificación orgánica y se ha perdido oportunidades en tres mercados: Restaurantes y hoteles de alto nivel en Escandinavia, Hong Kong y la participación como socios en una empresa, valorada en 12 millones de dólares en Florida. Esto es debido a la falta de capacidad para cumplir con las cantidades requeridos y el costo relativamente alto de mano de obra en México. Se propone que en México se fomentara fuertemente la tendencia global de cooperativismo en su desarrollo agropecuario sustentable.

La ganadería orgánica, que requiere muchos esfuerzos, organización y ética por parte del productor y los demás involucrados, tiene que ser redituable igual que cualquier otro tipo de producción pecuaria. La certificación orgánica es el primer paso para obtener un valor agregado. Se agrega más valor debido a la finalización en pastoreo por el contenido de ácidos grasos Omega, antes mencionada. Otra opción complementaria es desarrollar la genética, incluyendo sangre Angus, a favor de la calidad de carne. El desarrollo de una marca propia, igual que el desarrollo de productos especializados o comidas preparadas son otras posibilidades para alcanzar un valor agregado más alto. A lo anterior se puede incluir la participación en el comercio justo, que fomenta la equidad entre los productores al nivel global, valorando sus esfuerzos, organización justa, responsabilidad hacia todos los seres vivos en sus predios y la calidad de sus productos, con asegurarles un valor agregado.

Existen muchos mercados en el país para los productos orgánicos: El cautivo, el no destapado, que quiere decir todas las personas que desconozcan que es un producto orgánico y el potencial. Es necesario ganarse a los consumidores convenciéndolos que es mejor consumir alimentos

orgánicos que comida chatarra o contaminada. Por lo tanto, es primordial a convencer a los tomadores de decisiones que solo con educación en todas las formas y campañas publicitarias en todos los medios se puede cambiar los malos hábitos de alimentación. Segmentos del mercado como el sector gubernamental y el institucional, deben ofrecer un ejemplo a seguir con alimentar a sus empleados, estudiantes, pacientes, niños en necesidad en los DIFs etc. con alimentos orgánicos. El sector turístico incluye muchos visitantes de países donde la comida orgánica se consume a diario, por lo tanto se recomienda ofrecer platos típicos con la carne orgánica en hoteles y restaurantes de turismo nacional e internacional. Además, la comida mexicana tiene demanda global y varios mercados de exportación buscan productos orgánicos de México.

Más que 500 productores, académicos y alumnos de 14 universidades han sido capacitados y actividades y proyectos iniciados en ocho estados. Material educativo es diseminado al nivel nacional y resultados de la investigación también al nivel internacional. La integración de extensionismo, investigación y educación ha sido la razón del éxito del proyecto.

En el 2003, el proyecto logró ser incorporado en el Acuerdo de los Estados del Golfo de México y se colaboró con estados Mexicanos y de los EUA. El interés en la ganadería orgánica y principalmente en la carne orgánica, siguió fomentando la colaboración con otros estados en la República. Desde el inicio, habido colaboración con ganaderos y alumnos en Michoacán, donde el Centro de Agronegocios, lidera cursos, diplomados y congresos, y con la Universidad de Chapingo, Edo. de México en su mercado orgánico, eventos e investigación. Se colabora con el Instituto Tecnológico de Pinotepa en eventos académicos y con un profesor/alumno de doctorado en el primer desarrollo de carne y leche orgánica en la costa de Oaxaca. En las actividades en Chiapas desde 2005, destacan la Universidad Autónoma de Chiapas, con diplomados y escritura de los lineamientos técnicos de la operación agropecuaria orgánica y Fundación Produce, que ha iniciado un proyecto, catalizado por nosotros. Se destinó 1.300 000 pesos para el desarrollo de la cadena agroalimentaria de carne orgánica, incorporando también becerros de hatos de Doble Propósito. En Campeche se ha capacitado a 36 ganaderos, ubicados a un lado de una reserva natural, para que produzcan carne orgánica en armonía con el área protegida. En el 2010, se realizó el Primer Foro de Carne Orgánica en Chihuahua, seguido por capacitación en Puebla-Veracruz. En 2011, se continuó con capacitar a ganaderos en Jiménez e iniciaron su proyecto en un clima y condiciones muy distintas, pero con potencial. La Universidad Autónoma de Chihuahua, después de un seminario, ha solicitado un curso extenso de capacitación. En Puebla se ha compartido experiencias con ganaderos, académicos, técnicos y funcionarios en distintos foros. Estos ejemplos demuestran el interés creciente en la carne orgánica y la búsqueda de incursar en este tipo de producción en entornos adecuados y ventajosos para su desarrollo.

Conclusiones

Es oportuno incursar en la producción de la carne bovina orgánica con estrategias accesibles basadas en el uso sustentable de los recursos naturales de cada región donde se ubicará la producción orgánica. Se ha demostrado que es factible integrar exitosamente la cadena agroalimentaria de carne bovina orgánica y se facilitará utilizando lo aprendido en el proyecto pionero en el trópico mexicano. En México existen actualmente movimientos que promueven la esencia de las cadenas agroalimentarias orgánicas, el más importante la preocupación por mejorar la salud de los mexicanos. Existen numerosos mercados para la carne orgánica;

mercados y tiendas orgánicas, supermercados, el sector gubernamental, educativo, turístico y de exportación y la comida mexicana sigue siendo moda al nivel global. Es urgente unirnos en un llamado a los tomadores de decisiones para que nos respalden con educación y capacitación del tema de los alimentos orgánicos y campañas de publicidad en todos los medios, para poder aprovechar esta ventana de oportunidad, antes que nos inunde productos orgánicos importados.

Literatura Citada

- Broom, D. 1986.* Indicators of poor welfare. Br.Vet J. 142:534-526.
- Diario oficial de las comunidades Europeas. 2007. Reglamento (CE) No 834/2007 <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:189:0001:0023:ES:PDF> (visitada 9/8/2009)
- Diario oficial de las comunidades Europeas. 2008. Reglamento (CE). No. (889/2008) 1254/2008 <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:337:0080:0082:ES:PDF> visitada 9/8/2009).
- Gómez Cruz, M.A. et al. 2009. (Co-autores coordinadores y, en orden alfabético, todos los participantes en los talleres correspondientes). Lineamientos técnicos para la operación orgánica agropecuaria. SAGARPA. SENASICA y la Universidad Autónoma de Chapingo, México. www.senasica.gob.mx (Paginas visitadas 14 de junio, 2010).
- Webster, A.J.F. 2001. Farm Animal Welfare: the Five Freedoms and the Free Market. The Veterinary Journal. 161:3:229-237.

PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN BOVINOS HOLSTEIN-FRIESIAN EN UNA REGION SEMIARIDA

REPRODUCTIVE PARAMETERS OF HOLSTEIN-FRIESIAN CATTLE IN A SEMIARID REGION

Mayela Patricia Gallegos¹, Fatima del Milagro Malacara¹, Carmen Elisa Pinzon¹, José Salome Saucedo Quintero², Jesús García¹, Cesar Francisco Galindo¹

¹FMVZ-Universidad Juárez del Estado de Durango. carmencita84@hotmail.com ²Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California

Resumen

Con el objetivo de caracterizar el comportamiento reproductivo de un hato bovino productor de leche bajo condiciones de explotación semitecnificada en una zona semiárida, se utilizaron los registros de 56 vacas de diferentes edades de los años 2008, 2009, 2010 y 2011. Se registraron 163 partos, de los cuales el 5.6 % fueron dobles. Hubo un total de 6.25 % de abortos. El intervalo parto-primer servicio fue de 63.0 ± 2.3 días, el índice de concepción al primer servicio 38.4, 26.8, 31.4 y 35.9 % durante el 2008, 2009, 2010 y 2011, respectivamente. En promedio, al segundo servicio se alcanzó un 64.1% de gestación. Se registraron $2.4 \pm .13$ servicios por concepción y 118.9 ± 6.5 días abiertos y un intervalo entre partos de 420 ± 9.2 días. El índice de desecho fue igual entre años ($p > 0.05$) y en general fue del 24.5%. El 50% de las vacas desechadas fue por edad y el 27.5% por problemas reproductivos. La problemática en la producción de leche es evidente. Por un lado, el detrimento del desempeño reproductivo de las vacas, reflejo de los días abiertos prolongados, lo que está fuertemente asociado a la reducida rentabilidad de los hatos, y por otro, el alto índice de desecho, lo que pone en entredicho la disponibilidad de animales para reemplazo.

Palabras clave: comportamiento reproductivo, ganado lechero, zona semiárida

Introducción

La industria lechera ha evolucionado dramáticamente durante las últimas décadas (Nakada, 2006; Dochi *et al.*, 2010), en especial en los últimos años la alimentación y el manejo reproductivo han cambiado notablemente. Para mejorar la fertilidad en vacas lecheras de alta producción, es necesario evaluar sus características reproductivas en particular (Dochi *et al.*, 2010); producir un número adecuado y constante de preñeces, reemplazos y leche. La baja fertilidad impacta negativamente la producción de leche, se incrementan los protocolos de manejo reproductivo y servicios profesionales y se incrementa el número de animales desechado y se requieren más reemplazos. El intervalo interpartal ha venido de menos a más, situación que se está observando en la mayoría de los países, incluyendo los desarrollados (Nakada, 2006; Hausman, 2012). El porcentaje de preñez al primer servicio ha caído de 9 a 15% en Japón, Holanda, USA, etc. (Lilido, 2008, Nakao, 2008); la mayoría de las vacas requiere de más de un servicio para gestar (Quintela *et al.*, 2004). El intervalo parto-ovulación sucede hasta 43 días posparto o más, y el número de vacas en anestro a los 60 pp se ha incrementado en los últimos años (Dobson *et al.*, 2007; De Vries, 2005); situación que puede ser inherente a los cambios fisiológicos durante la

lactación, así como la influencia de los factores de riesgo en cada uno de los hatos y en cada vaca en particular (temperatura ambiente, producción de leche, patologías, manejo, nutrición, etc.). De 1994 a 2003, la producción anual de leche por vaca se incrementó en 15% en USA y 20% en México (USDA, 2007), en este último existe una demanda creciente e insatisfecha de leche de bovino. La clave de la problemática es identificar y entender los factores que limitan la fertilidad e implementar estrategias efectivas y específicas entre hatos y dentro de los hatos (Dalton y cols., 2006). A nivel semitecnificado y de traspato, uno de los principales problemas es la ausencia total o parcial de registros dentro de los hatos, lo que hace difícil la toma de decisiones y usualmente carecen de un programa de mejoramiento en base al comportamiento productivo y reproductivo de cada animal. Con el objetivo de establecer parámetros de referencia, se analizó la información de los registros durante cuatro años consecutivos de un hato bovino productor de leche, bajo condiciones de explotación semitecnificada en una zona semiárida del noreste de México.

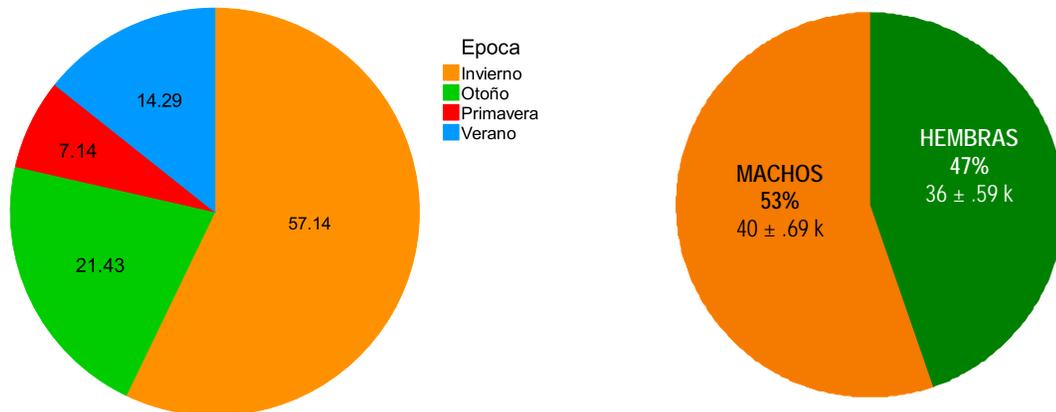
Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en un establo lechero localizado en la carretera Durango- El Mezquital Km. 11.5 a una latitud de 23° 59' 12", longitud oeste de 104° 37' 38" y altitud de 1878 msnm. Situada entre los paralelos 26° 48' 22" y 22° 14' 22". La temperatura promedio durante el 2008-2011 fue de 25.7 °C, una máxima de 31.1 ° y mínima de 5 °C, precipitación de 500 y 700 mm, humedad relativa de 50% y radiación de 250-270 w/m² (CEVAG, 2012). El clima es BS¹ (w) semiseco-templado (Aguilar, 2004). Se utilizaron los registros de 163 hembras de diferente número de partos de los años 2008 (n = 41), 2009 (n = 39), 2010 (n = 35) y 2011 (n = 48). El manejo sanitario y nutricional del hato fue el siguiente: se proporcionó alimento concentrado con 21% PC de acuerdo a la producción láctea (1:4), forraje verde (alfalfa, avena y/o pradera irrigada de acuerdo a la disponibilidad y época del año) y ensilaje de maíz. Una mezcla de sales mineralizadas (12% Ca, 12% P, 1.9% Mg, Se 11 ppm y vitamina E 200 UI/kg, entre otros minerales traza) estuvo a libre acceso. Anualmente, los animales se inmunizan contra enfermedades clostridiales (*clostridium spp*) y respiratorias virales y bacterianas (PI3, IBR, DVB, *leptospirosis spp* y *pasteurella spp*) y el hato está libre de brucelosis y tuberculosis. Las hembras de reemplazo se vacunan por única vez contra brucelosis. El manejo reproductivo que recibieron los animales fue: un periodo seco de 45 a 70 días, se vigilo el periodo prodrómico para la atención al parto y posteriormente la expulsión de las membranas fetales a las 12 h posteriores al nacimiento de la cría. Se monitoreó el curso de la involución uterina los primeros 20 d pp. Se detectó estro dos veces al día (am-pm) por 30' cada vez, hasta que se registró el primer servicio y posteriormente el retorno al estro. El diagnóstico de gestación se realizó 45 días después del último servicio por palpación transrectal. Para la redacción de los resultados se utilizó estadística descriptiva. Los datos se analizaron mediante un ANOVA, con una prueba t de student se estableció la diferencia entre las medias por año y se corrió una prueba X² para las variables medidas en porcentaje (SPSS, 2006).

Resultados y Discusión

La incidencia de partos tuvo un comportamiento estacional, mientras que la proporción de machos nacidos fue mayor a la de las hembras (Grafica 1 y 2), el peso al nacimiento fue diferente entre sexos (P < 0.05). En cuanto al comportamiento reproductivo, los parámetros por año se muestran en la Tabla 1. La incidencia de partos dobles fue diferente en cada año (P <

0.05). El promedio general de partos por vaca durante el 2008 al 2011 fue de $2.3 \pm .10$, el peso al nacimiento $39 \pm .52$ k. En la grafica 3, se muestra la distribución de los servicios por concepción, las vacas fueron servidas cuantas veces fue necesario para lograr la preñez. En este caso la edad promedio de las vacas que se desecharon fue de 8.2 años con 3.1 partos, lo que refleja el pobre desempeño reproductivo. Los días abiertos prolongados afecta directamente el índice de desechos ya que una buena proporción de vacas se va por infertilidad (27.5% en este estudio). La eficiencia reproductiva en este tipo de animales se mide por: los días al primer servicio, días abiertos, intervalo entre partos, servicios por concepción, índice de detección de calores, índice de preñez e índice de partos. Los parámetros en este caso son aceptables, aunque los índices de fertilidad al primer y segundo servicio son bajos. Sin embargo, se alcanza más del 90% con más de tres servicios; de ahí que el promedio de servicios por concepción sea mayor al reportado por Lilido (2008); Córdova-Izquierdo (2008); Christie *et al.*, 2007) de 1.75 a > 3, 1.62 a 2.9 y 1.8 a 1.6. Lo que también se observa es una proporción mayor de machos al nacimiento, lo que disminuye la disponibilidad de las hembras de reemplazo y la presión de selección del nacimiento hasta la primera lactancia. De Vries, (2005) reporta que las pérdidas en los hatos lecheros por concepto reproductivo van en aumento. Los índices de preñez decrecieron de un 36% a 9% y los días abiertos aumentaron de 112 a 166. El costo por cada día abierto extra varía de \$ 3.19 a 5.41 por vaca por año y hay una pérdida de 2.4 ± 1.09 k de leche/d abierto extra, aunque se encontró que ésta pérdida es variable de acuerdo al número de lactancia. En este caso resulto un promedio de 118.9 d abiertos. La ciclicidad, fertilización y gestación tuvo un comportamiento estacional, los resultados indican que los meses en los que hubo los mayores índices de partos fueron aquellos animales que recibieron un servicio efectivo en primavera (57.1% invierno), en tanto que los que fueron servidos en invierno parieron en otoño (21.4%).

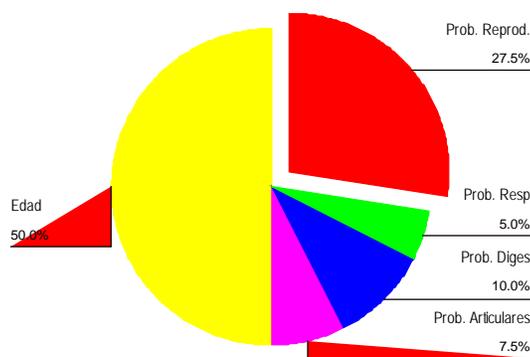
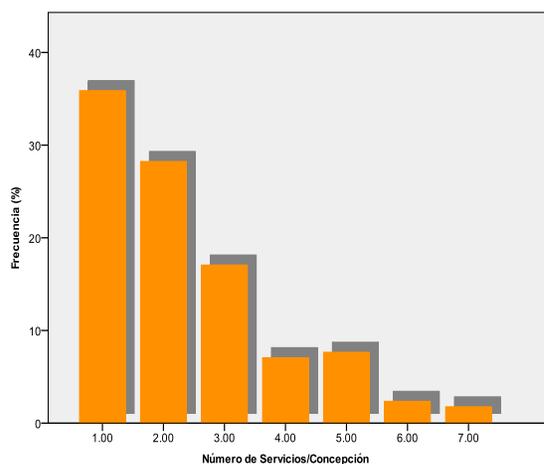


Gráficas 1 y 2. Partos por época durante los años 2008 al 2011 (izquierda). Sexo y peso de las crías nacidas vivas (derecha).

Cuadro 1. Parámetros reproductivos en vacas Holstein-Friesian por año

Parámetro	2008	2009	2010	2011	Promedio General
No. de partos	39	41	35	48	163
Partos dobles (%)	0a	4.8b	11.4c	6.2b	5.6
Abortos (%)	7.3	7.8	5.8	4.1	6.25
Desecho (%)	34.1	21.0	20.5	12.5	22.0
*Mortalidad (%)	19	17.5	13.5	9.8	14.9
Media ± ES					
Parto 1 ^{er} serv. (d)	64 ± 19.4	67 ± 5.5	67 ± 4.0	63 ± 2.3	63 ± 2.3
Preñez 1 ^{er} serv. (%)	38a	27b	31a	36a	32
Preñez 2 ^{do} serv, (%)	28a	39a	31a	28a	33
Servicios/preñez	2.3 ± .21a	2.5 ± .24a	2.5 ± .26a	2.5 ± .24a	2.4 ± .13
Días abiertos (d)	142 ± 13.6a	101 ± 7.7b	113 ± 11b	135 ± 7.5a	118 ± 6.5
Interpartos (d)	439 ± 15.8a	408 ± 10.5a	356 ± 8.0a	414 ± 10.2a	420 ± 9.2

* Becerros del nacimiento de 0 a 12 meses de edad se incluyen hembras y machos
abc en las filas indican diferencia (p < 0.05)



Gráficas 3 y 4. Distribución de los servicios por concepción (izquierda) y causas de desecho en vacas Holstein-Friesian (derecha), durante 2008-2011

Conclusiones

La problemática en la producción de leche, es evidente. Por un lado el pobre desempeño reproductivo de las vacas el cual está fuertemente asociado a la reducida rentabilidad de los

hatos, y por otro, los altos índices de desecho de vacas adultas jóvenes y de los animales de reemplazo durante la etapa de crianza. Se precisa un análisis de la información más detallado de cada hato, la caracterización del comportamiento es de suma importancia para la toma de decisiones en cuanto a las prácticas de manejo a implementar, con el propósito de tener parámetros aceptables en el ciclo productivo de las vacas. El índice de gestación en vaquillas es de 70% al primer servicio, por lo tanto el componente genético o la selección del semen no condiciona la reducida fertilidad en las vacas adultas.

Literatura Citada

- Aguilar.R. A. 2004. Geografía General. Ed. Pearson Educación. México, D.F. P. 306 ISBN 9702605377
- CEVAG. 2010. Campo Experimental Valle del Guadiana. Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas en: <http://clima.inifap.gob.mx/redclima/clima/default.aspx?estado=9>
- Christie MF, Allcock J and Royal MD. 2007. Reproductive challenges facing today's dairy industry. An International Conference. Fertility in Dairy Cows. Bridging the gaps. British Society of Anim. Sci. University of Liverpool. ISBN 090662597
- Córdova-Izquierdo A, Xolalpa Campos VM, Ruiz Lang Gustavo C, Saltijeral Oaxaca JA, Cortez Suárez S, Cordova-Jiménez MS, Peña Betancurt SD and Guerra Liera JE. 2008. Effects of the Offspring's Sex on Open Days in Dairy Cattle. J. of Anim. Veterinary. 7(10):1329-1331
- Dalton JC, Ahmadzadeh A, Chebel RC. y Overton MW. 2006 Cómo Elevar al Máximo el Desempeño Reproductivo en los Bovinos Lecheros de Alta Producción. CIGAL. Ponencias. Guadalajara, México.
- Dobson H, Walker SL, Morris MJ, Routly JE, Smith RF. 2007. Why is it getting more difficult to successfully AI dairy cows?. An International Conference. Fertility in Dairy Cows. Bridging the gaps. British Society of Anim. Sci. University of Liverpool. ISBN 090662597
- De Vries A. 2006. Determinants of cost of days open in dairy cattle. Proceedings of the 11th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics. New Zeland
- Dochi Osamu, Sanae Kabeya, Hisaichi Koyama. 2010. Factors affecting reproductive performance in high milk-producing Holstein cows. J. Reprod. Dev. Vol 56:861-865
- Hausman Gary J, C Richard Barb, Clay A Lents. 2012. Leptin and reproductive function. Biochimie. 1-7
- Lilido NR. 2008. La crisis de la fertilidad en Ganado lechero de alta producción. Mundo Pecuario. IV. No. 2:87-90
- Nakada Ken. 2006. How improve reproductive efficacy from now in Japan? Find out the factors of late lactation to predict postpartum reproductive diseases. J. Reprod. Dev. Vol. 52:177-183
- Nakao T. 2008. Declining Fertility in Dairy Cows in Japon and Effort to Improve the Fertility. Proceedings of the 25th World Buiatrics Congress. Budapest, Hungary. Reproduction Workshop 33 pp 315
- Quintela LA, Peña AI, Taboada MJ, Alonso G, Varela-Portas B, Diaz C, Barrio M, Garcia ME, Becerra JJ and Herradon PG. 2004. Risk factors for low pregnancy rate in dairy cattle: a retrospective study in the north west of Spain. Arch. Zootec. 53:69-76
- SPSS. 2006. Statistical Program for Social Sciences. Versión 16

PRODUCCIÓN DE LECHE Y CONDUCTA ANIMAL EN VACAS HOLSTEIN SOMETIDAS A ENFRIAMIENTO DURANTE EL VERANO EN ZONAS ARIDAS DE MEXICO

MILK PRODUCTION AND ANIMAL BEHAVIOR IN HOLSTEIN COWS EXPOSED TO COOLING DURING THE SUMMER IN ARID ZONES OF MEXICO

Eduardo Pulido¹, José Herrera², Karlos E. Orozco² y Alejandra M. Marín¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. ²Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales.
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. josheca@hotmail.com

Resumen

El objetivo fue evaluar, durante el verano, el efecto del baño por aspersión y la ventilación (BAV) sobre la producción de leche, conducta animal y temperatura corporal en dos grupos de 100 vacas Holstein en ordeña; un grupo testigo (GT) manejado en forma tradicional y un grupo experimental (GE) que recibió tres baños por aspersión con ventilación por día. Ambos grupos recibieron la misma alimentación y manejo durante la ordeña, permaneciendo en las mismas instalaciones. El GE sometido al BAV presentó una mayor ($P < 0.01$) producción de leche respecto al GT (76 ± 1.7 kg vs 36.76 ± 0.5 kg, respectivamente) y una temperatura corporal 0.6°C menor ($P < 0.01$) en el GE respecto al GT. El acceso de las vacas al comedero, rumia, acceso al bebedero, descanso parada y distancia recorrida no resultaron diferentes entre grupos ($P > 0.05$), mientras que el descanso echada y el acceso a la sombra fueron mayores en el GT que en el GE ($P < 0.01$). El enfriamiento por el baño de aspersión y ventilación aumentó la producción de leche y disminuyó la temperatura corporal sin modificar la conducta animal en vacas lecheras mantenidas en la región árida de México durante el verano.

Palabras Clave: estrés calórico, producción, conducta animal, enfriamiento.

Abstract

The objective was to evaluate, during the summer, the effect of cooling by spray bath and ventilation on milk production, animal behavior and body temperature in two groups of 100 milking Holstein cows; a control group (CG) handled in a traditional manner and experimental group (EG) received three bathrooms ventilated spray per day. Both groups received the same feeding and management during milking, staying in the same facilities. The GE submitted to BAV showed higher ($P < 0.01$) milk production (kg) than the GT (76 ± 1.7 vs 36.76 ± 0.5 kg, respectively) and a body temperature 0.6°C lower ($P < 0.01$) in GE than in CG. Access to the feeder cows, rumination, access to the drinking, rest up and the walk distance were not different between treatments ($P > 0.05$); while rest pitch and access to shade were higher in GT than in the GE ($P < 0.01$). The cooling by spray bath and ventilation increased milk production and decreased body temperature without changing animal behavior in dairy cows kept in the arid region of Mexico during the summer.

Key words: heat stress, milk production, animal behavior, cooling

Introducción

Los factores climáticos como la temperatura, humedad, radiación solar y velocidad del viento se encuentran íntimamente relacionados con el confort del ganado lechero. En regiones tropicales y áridas la elevada temperatura y humedad relativa provocan estrés calórico en los animales, con un impacto directo sobre la producción láctea (André *et al.*, 2011) y calidad de leche, además de afectar la productividad del hato por sus efectos adversos sobre metabolismo, procesos digestivos y reproductivos (Wheelock *et al.*, 2009; Tao *et al.*, 2011).

El estrés calórico, adicionalmente, genera cambios en la conducta de los animales, disminuyendo su actividad física, el consumo de alimento y la actividad diurna como el desplazamiento, además de modificar la actividad metabólica a nivel ruminal y sistémico, ocasionando cambios en el balance energético, en el metabolismo de nitrógeno y de otros nutrientes, pudiendo ocasionar alteración sobre la síntesis y liberación de hormonas lactogénicas, metabólicas y reproductivas (Howell, *et al.*, 1994; West, 2003; Suadsong *et al.*, 2008; Shiao *et al.*, 2010), afectando negativamente los indicadores productivos y reproductivos en las unidades de producción.

La primera respuesta fisiológica cuantificable que se produce en el ganado bovino expuesto a altas temperaturas es un aumento de la frecuencia respiratoria, seguido de un incremento en la temperatura corporal (Hall y Murphy, 2000), por lo que el desarrollo de estrategias de manejo, adaptación de instalaciones y actividades encaminadas a mitigar el estrés calórico pueden permitir un mayor grado de confort en los animales, reduciendo los efectos ambientales e incrementando los índices productivos en las unidades de producción lechera. El objetivo del presente estudio fue evaluar efecto del enfriamiento mediante baño por aspersión y ventilación sobre la producción de leche, conducta animal y temperatura corporal en vacas Holstein durante el verano en una zona árida de México.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo durante el verano de 2011 (19 de julio al 19 de agosto), en una unidad de producción lechera del municipio de Lerdo, Durango, México, ubicada entre los 26° 35' 34'' latitud norte y 104° 20' 59'' longitud oeste a 1140 msnm. El clima de la región, según la clasificación de Köppen, modificada por García (1988), es de tipo BWhw(e) que se caracteriza como seco desértico a estepario cálido, con lluvias en verano e invierno frío y seco con una precipitación de 100 a 300 mm³ como media anual, la temperatura promedio fluctúa entre los 15 y 30° C, siendo la máxima de 43° C y la mínima de 0°C, el lapso comprendido entre mayo y agosto es el más caluroso del año, mientras que los meses de diciembre y enero son los más fríos.

Se utilizaron 200 vacas de la raza Holstein con un promedio de 3 partos, entre los 119 y 128 días en producción, la condición corporal promedio fue de 3.0 puntos en la escala de 1-5 (1= emaciada y 5= obesa). Se formaron dos grupos de animales: grupo experimental: (GE); n=100 y grupo control o testigo: (GT); n=100. Durante el periodo experimental se registró la temperatura ambiental (TA) (°C) y humedad relativa (HR) (%). Los datos fueron registrados de las 06:00 a las 22:00 h a intervalos de dos horas.

Para evaluar el efecto del enfriamiento sobre la producción de leche, las hembras del GE recibieron tres baños por aspersión-ventilación (08:00, 12:30 y 17:00 h) diariamente, la duración de cada baño fue de 30 minutos, alternando 30 segundos de aspersión de agua y 5 minutos de ventilación, hasta completar seis ciclos. Se utilizaron un total de 60 aspersores distribuidos a 2.0 m de distancia entre ellos y 12 ventiladores (60.96 cm de diámetro), distribuidos a una distancia de 2.5 m. Las hembras del GT se mantuvieron en las mismas condiciones que el GE sin recibir baños por aspersión ni ventilación. Las condiciones de superficie para los animales del corral con baño y testigo fueron de 61.34 y 61.45 m² vaca⁻¹, respectivamente con una superficie de sombreadero de 5.02 m² vaca⁻¹ en ambos grupos. La producción de leche se registró diariamente en dos ordeñas (04:00 y 16:00 h).

La temperatura corporal (TC) se registró en tres tiempos por día (08:00, 12:30 y 17:00 h) utilizando un termómetro digital por vía rectal en 20 vacas de cada grupo. La evaluación de la conducta animal se realizó por observación visual los días 10 y 20 del período experimental, a intervalos de 20 minutos por espacio de 30 minutos durante 24 h en 10 hembras de cada grupo. Las variables consideradas en la conducta animal fueron el acceso al comedero (AC), rumia (R), acceso al bebedero (AB), descanso parado (DP), descanso echada (DE), distancia recorrida (DR), acceso a sombra (AS). Adicionalmente se estimó el porcentaje de color blanco de la cobertura del animal mediante observación visual, dividiéndose en tres partes para su estudio: lado derecho, lado izquierdo y superior.

Las variables de respuesta consideradas en el estudio fueron: temperatura ambiental (TA), humedad relativa (HR), producción de leche (PL), temperatura corporal (TC), conducta animal (CA) y porcentaje de color blanco (PCB). El análisis de cada una de las variables incluyó estadística descriptiva: TA y HR, y un análisis de varianza para muestras pareadas utilizando una prueba de “t” de Student (PL, TC, CA y PCB), todos datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS (2002).

Resultados y Discusión

La TA mínima registrada fue de 22±1.3 °C a las 08:00 h; mientras que la máxima promedio fue de 37.6±1.3° C a las 16:00 h. La HR promedio durante el periodo experimental fue menor a las 22:00 h (52.0±3.1%) y la máxima registrada fue de 84.9±2.3% a las 16:00 h. La producción total de leche, durante el periodo de estudio, fue mayor en el GE (P<0.01) por efecto del baño y la ventilación respecto al GT (76±1.7 kg vs 36.76±0.5 kg) diferencia estimada en un promedio de 3.99 kgvaca⁻¹día⁻¹. Estos resultados son similares a los publicados por Suadsong *et al.* (2008) quienes encontraron que vacas sometidas a un sistema de enfriamiento por ventilación en una región tropical (Tailandia) incrementan su producción de leche 4.3 kg-vaca⁻¹día⁻¹ en promedio respecto a vacas sin enfriamiento. Al respecto Her *et al.* (1988) aplicando enfriamiento con agua por periodos cortos (10 días) observaron un incremento de 2.6 kgvaca⁻¹/día⁻¹ en hembras de alta producción. El efecto encontrado en el presente trabajo se puede atribuir a que las vacas del GT se encontraron en un estado de estrés calórico por más tiempo que las del GE, ya que de acuerdo con Howell *et al.* (1994), está condición se presenta cuando la temperatura ambiental se encuentra por arriba de los 23.8 °C y existe una humedad relativa cercana al 80%.

La temperatura corporal en los animales de ambos grupos antes del baño, mostró un comportamiento similar, observando en el primer tiempo de medición (08:00 h) que la TC se

encontraba en el intervalo normal para vacas productoras (<38.5 °C), en el segundo tiempo de medición (12:30 h) la TC se incrementó a 38.5 °C y finalmente en el tercer periodo de medición (17:00 h) se encontró que ambos grupos presentaron una temperatura de 39.2 °C. El incremento general de la TC en el GE puede atribuirse a la respuesta animal de compensación de temperatura al momento del baño; sin embargo, se encontró que después del baño y la ventilación las vacas del GE la TC descendió cerca de 0.65 °C, manteniéndose éstos animales en el rango termoneutral. En un estudio realizado por Flamenbaum *et al.* (1986), se muestra una tendencia similar al del presente estudio, ya que vacas sometidas a humedecimiento (10, 20 y 30 segundos) en combinación con aire forzado presentaron un descenso en la temperatura rectal de 0.9 °C, siendo ligeramente mayor al del presente estudio, debido probablemente al método de enfriamiento. El ligero descenso de la temperatura que se observó en las vacas del GE del presente trabajo, pudo influir positivamente sobre su desempeño productivo, al respecto Flamenbaum *et al.* (1995) encontraron que los animales sometidos a enfriamiento consumen alrededor de 1.6 kg más que los que se mantienen sin cambios, lo que provoca que exista una mayor biodisponibilidad de sustratos para la síntesis de la leche.

No se observó un efecto significativo del baño y la ventilación en la mayor parte de las variables conductuales estudiadas (Cuadro 1); sin embargo, las observaciones de descansando echada y acceso a sombra resultaron mayores en el GT respecto del GE (P<0.01).

Cuadro 1. Efecto del baño y la ventilación sobre el comportamiento diurno de vacas Holstein durante el verano en zonas áridas de México.

Variable	Con baño y ventilación	Testigo	Valor P
	X±E.E	X±E.E	
Acceso al comedero ¹	13.9±0.8	13.15±0.6	0.44
Rumia ¹	11.05±0.6	9.05±1.0	0.09
Acceso al bebedero ¹	2.0±0.4	1.45±0.2	0.10
Descansando parada ¹	16.7±1.3	13.9±1.6	0.17
Descansando echada ¹	10.4±1.3	23.3±1.3	0.01
Acceso a sombra ²	15.45±0.9	21.85±0.9	0.0001
Distancia recorrida ¹	524.3±32.9	493.5±25.9	0.46

¹ Observaciones promedio/animal; ² Observaciones de 06.00 a 21.00 h/animal; X±E.E = Media ± Error Estándar

Se encontró un menor número de observaciones de acceso al comedero durante las hora de mayor TA, de manera similar las observaciones de acceso al bebedero disminuyeron en ambos tratamientos conforme aumentó la temperatura ambiental y disminuyó la humedad relativa. Las mayores observaciones de acceso al bebedero se presentaron a las 18.00 h., momento en que la temperatura ambiental disminuyó.

El porcentaje de color blanco en la parte superior y en los flancos resultó ligeramente mayor para el GT, sin que las diferencias observadas respecto al GE resultaran estadísticamente significativas (P>0.05). Aunque en el presente estudio no se correlacionó el impacto de este factor sobre aspectos conductuales y productivos, el color del pelaje es una característica que puede tener una función importante en la habilidad del bovino para resistir los efectos negativos del estrés calórico, asociados con alta incidencia de radiación solar directa (Hansen, 1990), existiendo una correlación positiva del porcentaje de color blanco en la piel de las vacas con la producción de leche y la cantidad de proteína y grasa butírica, ya que animales con pelaje claro reflejan la luz y

absorben una menor proporción de radiación solar que animales con pelaje oscuro (Becerril *et al.*, 1993), situación que pudo favorecer la similitud de resultados en la conducta de ambos grupos.

Conclusiones

El enfriamiento del ganado mediante baños de aspersion y ventilación mostró un efecto positivo sobre la producción total de leche, disminuyendo transitoriamente la temperatura corporal sin que ésta situación alterara en gran medida la conducta animal. Estos resultados sugieren que la implementación de prácticas de enfriamiento o la implementación de sistemas de baño y ventilación en instalaciones ganaderas pueden generar resultados importantes en la producción de leche en regiones cálidas.

Literatura Citada

- André, G., Engel, B., Berentsen, P.B.M., Vellinga, V., Oude Lansik, A.G.J.M. 2011. Quantifying the effect of heat stress on daily milk yield and monitoring dynamic changes using an adaptive dynamic model. *Journal of Dairy Science*. 94:4502-4513.
- Becerril, C.M., Wilcox, T.J., Lawlor, T.J., Wiggans, G.R., Webb, D.W. 1993. Effects of percentage of white coat color in Holstein production and reproduction in a subtropical environment. *Journal of Dairy Science*. 76:2286-2291.
- Flamenbaum, I. Wolfenson, D., Kunz, P.L., Maman, M., Berman, A. 1995. Interactions between body condition at calving and cooling of dairy cows during lactation in summer. *Journal of Dairy Science*. 78:2221-2229.
- Flamenbaum, I., Wolfenson, D., Mamen, M., Berman, A. 1986. Cooling dairy cattle by a combination of sprinkling and forced ventilation and its implementation in the shelter system. *Journal of Dairy Science*. 69:3140-3147.
- García, E., 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. Instituto de Geografía. México. pp. 217.
- Hall, M.B., Murphy, P. 2000. Reducing heat stress in holding pens. *Howard's Dairyman*. August 2000. pp 290.
- Hansen, P.J., 1990. Effects of coat colour on physiological responses to solar radiation in Holstein. *Veterinary Record*. 127:333-334.
- Her, E., Wolfenson, D., Flamenbaum, I., Folman, Y., Kaim, M., Berman, A. 1988. Thermal, productive, and reproductive responses of high yielding cows exposed to short-term cooling in summer. *Journal of Dairy Science*. 71:1085-1092.
- Howell, J.L., Fuquay, J.W. Smith, A.E. 1994. Corpus luteum growth and function in lactating Holstein cows during spring and summer. *Journal of Dairy Science*. 77:735-739.
- SAS, 2002. Versión 9.0 para Windows. SAS institute, Cary. North Carolina, USA.
- Shiao, T.F., Chen, J.C., Yang, D.W., Lee, S.N., Lee, C.F. Cheng, W.T. 2010. Feasibility assessment of a tunnel-ventilated, water-padded barn on alleviation of heat stress for lactating Holstein cows in humid area. *Journal of Dairy Science*. 94:5393-5404.
- Suadsong, S., Suwimonteerabutr, J., Virakul, P., Chanpongsang, S., Kunavongkrit, A. 2008. Effect of improved cooling system on reproduction and lactation in dairy cows under tropical conditions. *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 21:555-560.
- Tao, S., Bubolz, J.W., Amaral, B.C., Thompson, I.M., Hayen, M.J., Johnson, S.E., Dahl, G.E. 2011. Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. *Journal of Dairy Science*. 94:5976-5986.
- West, J. W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 86:2131-2144.
- Wheelock, J.B., Rhoads, R.P., VanBaale, M.J., Sanders, S.R., Baumgard, L.H. 2009. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 93:644-655.

ADENOSIN TRIFOSFATO (ATP) COMO FACTOR CAPACITANTE DE ESPERMATOZOIDES DE BOVINOS CRIOLLOS

ADENOSINE TRIPHOSPHATE (ATP) AS A SPERM CAPACITATOR FACTOR IN CREOLE BOVINE CATTLE

Mayra Saavedra¹, Juan A. Quintero¹, Raymundo R. Rivas¹, Andrés Quezada¹, Manuel Arellano¹,
Ulises Macías²

¹*Depto. Ciencias Veterinarias-ICB, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México.*

²*ICA, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México.*

Correo electrónico: juan.quintero@uacj.mx

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la frecuencia de la movilidad progresiva de muestras espermáticas en fresco de ganado bovino de la raza Criollo utilizando ATP como factor capacitante. Para lo cual se realizaron análisis seminales de 6 toros y se comparó la cuantificación del porcentaje de la frecuencia de la movilidad espermática progresiva, dividiendo las muestras seminales en dos grupos: grupo 1, se les aplicó adenosin trifosfato (ATP) a una concentración de 1 mM y grupo 2, sin aplicación de ATP (grupo control). La evaluación de la movilidad espermática se llevó a cabo mediante la observación directa de los movimientos en grupo de los espermatozoides de cada una de las muestras a través de una cámara de Makler. De acuerdo al número de espermatozoides que contenía cada muestra evaluada se determinó el porcentaje de espermatozoides con movilidad en el grupo ATP y en el grupo control al inicio de la evaluación y conforme fue pasando el tiempo después de su extracción (1, 3, 5 y 7 horas). La información obtenida fue introducida a una base de datos para su análisis estadístico utilizando el paquete estadístico SPSS. Como resultado de este estudio se demostró según el análisis estadístico obtenido mediante comparaciones de medias como prueba de T y ANOVA que la aplicación de ATP a las muestras espermáticas del grupo 1 provoca un aumento significativo ($P < 0.05$) de la movilidad progresiva de su porcentaje inicial y mantiene su efecto durante las primeras horas después de su aplicación.

Palabras clave: adenosin trifosfato (ATP), espermátobioscopia, movilidad progresiva, ganado Criollo, semen.

Introducción

La eficiencia reproductiva es uno de los aspectos más importantes en la producción animal (Casas y Tewolde, 2001), y es un factor limitante en los bovinos Criollos y en los últimos años este problema ha provocado reducción del tamaño de las poblaciones y por lo tanto según datos establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Ganadería (FAO), los bovinos Criollos se encuentran en peligro de extinción (González *et al.*, 1997; Ossa *et al.*, 2011), debido a que la fertilidad puede verse afectada por factores ambientales o genéticos que generan efectos adversos sobre la producción de gametos funcionales (Camargo y Jiménez, 2005). El ganado Criollo adquiere una gran importancia económica debido a que se ha utilizado como ganado de rodeo, y en los últimos años se ha intentado implementar como productor de leche y carne. En los procesos de producción de especies de importancia económica y conservación, se utilizan técnicas de reproducción asistida como la capacitación espermática, que es un proceso dinámico que ocurre dentro del conducto genital de la hembra mediante

cambios estructurales y bioquímicos que modifican, entre otros fenómenos, las propiedades de la membrana plasmática y se ha implementado como técnica de reproducción asistida para elevar la probabilidad de fecundación al óvulo. El adenosin trifosfato (ATP) ha sido identificado como factor capacitante en espermatozoides humanos (Arellano *et al.*, 2011) y se encuentra presente en forma importante en el citoplasma, mitocondria y núcleo en las células espermáticas (Olivera *et al.*, 2006), es una aminoácido compuesto por una base nitrogenada de purina (adenina) unida al carbono 1 de una pentosa (ribosa) y es requerido para el intercambio de energía de los seres vivos y actúa como agente de fosforilación, transporte activo, mantenimiento de gradientes iónicos, contracción muscular entre otros (Rosas *et al.*, 2010). Por lo cual, el objetivo del presente estudio fue evaluar la frecuencia de la movilidad progresiva y la concentración de recuperación de muestras seminales en fresco utilizando ATP como factor capacitante en bovinos de la raza Criollo.

Materiales y Métodos

Selección de los individuos

Se seleccionó una población de 6 individuos de ganado Criollo pertenecientes a la especie *Bos taurus*, pertenecientes al “Rancho El Cilantrillo” de la UACJ, ubicado a 104.4 km de Ciudad Juárez, Chihuahua, con temperaturas medias de 23°C, con una Latitud de 31.1°, y una Longitud de 105.8°. Los individuos fueron seleccionados mediante la medición de la circunferencia escrotal para determinar la madurez sexual tomando en cuenta 34 centímetros como circunferencia total mínima.

Toma de las muestras

Las muestras fueron colectadas mediante la técnica de electroeyaculación (una sola toma por individuo), que esta basada en la aplicación rítmica de un estímulo eléctrico por vía transrectal estimulando el sistema nervioso autónomo y somático, que conduce a la obtención de secreciones de las glándulas accesorias provocando finalmente la eyaculación. Consiste en aplicar descargas eléctricas directamente en las glándulas accesorias sexuales, vía recto, éstas descargas van aumentando en intensidad y frecuencia, a medida que el individuo responde al estímulo eléctrico al principio de la colecta se hizo el desecho de la muestra preseminal para evitar la contaminación, la muestra final se depositó en un tubo colector esterilizado.

Análisis seminal

Evaluación seminal macroscópica:

Durante los primeros 5 minutos de la colecta seminal se colocó el recipiente de la muestra en el banco o en un baño maría a 37 °C, se dividieron las muestras en tres alícuotas para llevar a cabo el análisis seminal a cada una de ellas, llevándose a cabo la evaluación inicial del semen registrando el aspecto, viscosidad y volumen.

Evaluación seminal microscópica:

Utilizando la cámara de recuento espermático (Makler) siguiendo los procedimientos estandarizados de la organización mundial de la salud (OMS); con ella se calculó la movilidad espermática evaluando 100 células totales por cada muestra siguiendo las categorías de movimiento:

- Motilidad progresiva (PR): espermatozoides en movimiento de forma activa, ya sea de forma lineal o en un círculo grande, independientemente de la velocidad.
- No progresiva motilidad (NP): todos los otros patrones de motilidad con una ausencia de progresión, por ejemplo nadando en círculos pequeños, la fuerza de flagelar casi desplazando a la cabeza, o cuando sólo un latido flagelar se puede observar
- Inmovilidad (IM): no hay movimiento.

La movilidad tomada en cuenta para la evaluación de la capacitación espermática es la PR ya que es la que nos permite saber cuales son los espermatozoides más viables para la fecundación.

Adición del aminoácido

Después de la realización de la espermatobioscopia en fresco se le agrego ATP a una concentración de 1 mM, a 3 alícuotas de 1 ml a cada una de las muestras.

Análisis seminal

Para verificar los cambios que generó este aminoácido se realizó un análisis seminal a las repeticiones y al grupo control, donde se tomo en cuenta la movilidad espermática, en base a la cuantificación de la frecuencia de movilidad progresiva realizando revisiones cada 2 horas.

Resultados y Discusión

La aplicación de ATP a las muestras espermáticas mostró un mayor porcentaje de movilidad progresiva en comparación con las muestras control (figura 1), así como un descenso gradual las primeras 5 horas (figura 2) donde se encontró la mayor actividad del movimiento progresivo del espermatozoide.

Cuadro 1: Resultados del estudio seminal.

Toro	Licuefacción (min)	Volumen (ml)	Movilidad progresiva (%)	Concentración (millones/ml)	Densidad (millones)
1	33	5.55	78	100	555
2	27	4.3	69	84	361.2
3	40	13.5	27	67	904.5
4	21	3	86	100	300
5	23	3.3	77	87	287.1
6	27	2	31	63	126

La tabla 1 muestra la evaluación del análisis seminal, los factores obtenidos no demuestran tener dependencia entre ellos, por ejemplo, el volumen no es un factor determinante para la concentración (en millones) encontrados por mililitro, como es el caso de los individuos 1 y 3 que presentaron una concentración optima de 100 millones por mililitro a comparación del individuo 3 que presento un alto volumen pero con una concentración de 67 millones por mililitro, pero sin embargo, la capacitación espermática tiene como finalidad realizar cambios bioquímicos para que el espermatozoide adquiera su capacidad de movimiento por esta razón el porcentaje de movilidad espermática progresiva es uno de los factores mas importantes a tomar en cuenta. Los resultados reflejaron un incremento del 12.3% de la movilidad progresiva inicial mediante la aplicación de ATP a la muestra y este incremento refleja el aumento de la concentración de recuperación de la muestra de esta misma manera.

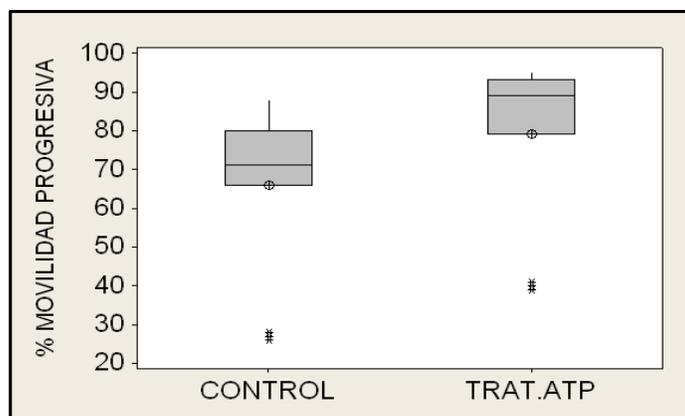


Figura 1. Comparación de la movilidad progresiva de la muestra control con la de ATP. Valor P de la prueba de T= 0.000<0.05.

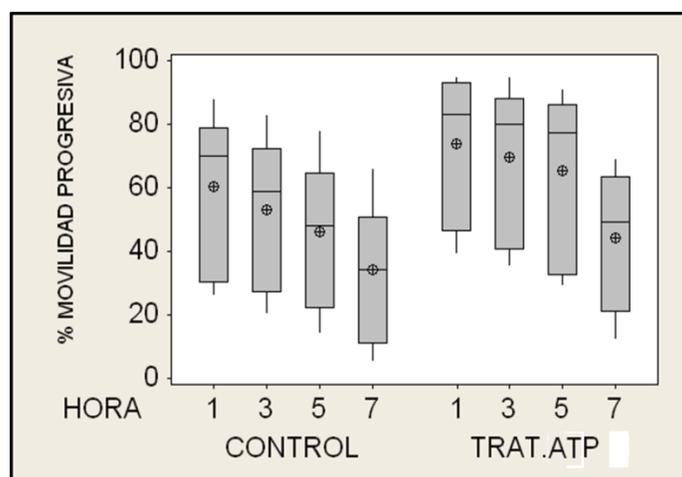


Figura 2. Movilidad progresiva respecto al tiempo. Valor P de la prueba de F= 0.000<0.05.

Conclusiones

Sorprendentemente la aplicación de ATP en muestras seminales provoca un aumento significativo de la movilidad progresiva inicial y mantiene el efecto durante las primeras horas de su aplicación, estos datos sugieren la posible utilización de ATP como un capacitador espermático.

Literatura Citada

- Arellano, M., A. Borrego, E. Soto, R. Rivas. 2011. Aplicación de calmodulina como capacitador espermático. *Rev. Mex. de Med. de la Rep.* 4(2):86-91.
- Camargo, E., y R. Jiménez. 2005. Efecto de las anomalías cromosómicas sobre la fertilidad en bovinos. *Orquinoquia.* 9:56-63.
- Casas, E. y A. Tewolde. 2001. Evaluación de características relacionadas con la eficiencia reproductiva de genotipos criollos de carne en el trópico húmedo. *Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza.* 9(2):68-73.
- González, R., J. Velarde, S. Zambrano, y P. Esté. 1997. Producción y transplante de embriones congelados de bovinos criollo limonero. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5:370-372.
- Olivera, M., T. Ruiz, A. Tarazona, y C. Giraldo. 2006. El espermatozoide, desde la eyaculación hasta la fertilización. *Rev Col Cienc Pec.* 19(4):426-436.
- Ossa, G., Y. Abuabara, J. Pérez, E. García, y G. Martínez. 2001. El ganado criollo colombiano Costeño con Cuernos (CCC). *Animal Genetic Resources.* (48):101-107.
- Rosas, S., E. Vázquez, M. Peimbert, y H. Pérez. 2010. De la bioenergética a la bioquímica del ATP. *Contacto S.* 77:39-45.

CONSUMO Y VALOR NUTRICIONAL DE LA DIETA SELECCIONADA POR NOVILLOS EN PASTOREO EN EL NORTE DE MÉXICO

INTAKE AND NUTRITIVE VALUE OF DIET SELECTED BY STEERS GRAZING IN NORTHERN MEXICO

Oswaldo Reyes¹, Manuel Murillo², Esperanza Herrera², Francisco O. Carrete² y J. Natividad Gurrola³.

¹Coordinación Institucional de Posgrado de la Universidad Juárez del Estado de Durango. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UJED. ³CIIDIR-IPN Unidad Durango.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar el consumo y valor nutricional de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo en el norte de México. Para la obtención de las muestras se utilizaron 4 novillos fistulados del rumen (350 ± 3 Kg PV). Se realizan muestreos durante los meses representativos de la época seca (febrero, marzo, abril y mayo) y de lluvia (julio, agosto, septiembre y octubre). El consumo de materia seca y materia orgánica fue diferente entre épocas ($P < 0.05$), los menores valores se registraron durante la época seca. El contenido de proteína cruda fue menor durante la época seca ($P < 0.01$). Los mayores contenidos de fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina fueron observados durante la época seca ($P < 0.01$). Se obtuvieron las mayores digestibilidades verdaderas *in vitro* de la materia seca y materia orgánica durante la época de lluvia ($P < 0.05$). Los resultados obtenidos en este estudio indican que el consumo y el valor nutricional de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo son afectados por la época del año y con la finalidad de evitar los efectos negativos observados durante la época seca, es necesario se aplique un programa estratégico de suplementación alimenticia.

Palabras Clave: consumo, valor nutricional, dieta, novillos, pastoreo.

Introducción

El aprovechamiento de los pastizales nativos por rumiantes domésticos constituye un importante eslabón en la producción animal, ya que de dicha actividad numerosas familias basan su economía. Sin embargo, los periodos en que el ganado dispone de forraje de buena calidad generalmente no son mayores a los 90-100 días (González *et al.*, 2007). Conforme avanza la madurez de los forrajes se observa una reducción en el consumo, digestibilidad, bajo contenido de proteína e incremento de la fibra (Gelvin *et al.*, 2004). Evaluar el valor nutricional y el consumo de forrajes del ganado en pastoreo es importante, ya que dicha información es esencial para el establecimiento de programas estratégicos de suplementación (Cline *et al.*, 2010), ya que la suplementación alimenticia a los hatos ganaderos es una práctica común durante la época seca. La información disponible sobre el consumo y valor nutricional de la dieta seleccionada por bovinos en el norte de México es limitada. En función de lo anteriormente planteado, el objetivo del presente estudio fue el determinar el consumo y valor nutricional de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo en el norte de México.

Materiales y Métodos

El área de estudio corresponde a un pastizal mediano arbosufrutescente de la región central del Estado de Durango, México. La cual se ubica entre los 104° 32' 21 '' LO y 24° 22' 00'' LN, a una altitud de 1938 msnm, con temperatura media anual de 17°C y precipitación pluvial de 400 a 500 mm (INEGI, 2004). Para la obtención de las muestras se utilizaron 4 novillos fistulados del rumen (350 ± 3 Kg de PV) los cuales se mantuvieron permanentemente en el área de estudio.

Se realizaron ocho periodos de muestreo con una duración de 12 días cada uno, realizados durante la época seca (febrero, marzo, abril y mayo) y la época de lluvia (julio, agosto, septiembre y octubre). Previo a cada periodo de muestreo, durante 7 días vía la cánula ruminal a cada novillo se dosificaron 10 g de Sesquióxido de Cromo (Cr₂O₃) como marcador.

Los días 1, 2 y 3 de cada periodo se tomaron muestras de heces para estimar el consumo de materia seca (CMS) y de materia orgánica (CMO) a partir de la producción total de heces y de la fracción indigestible de la dieta (Villanueva *et al.*, 2003).

Los días 4, 5 y 6 se tomaron muestras de la dieta mediante la técnica de evacuación ruminal (Cline *et al.*, 2009). A las muestras de la dieta seleccionada tomadas del rumen, se les determinó materia seca (MS), materia orgánica (MO) proteína cruda (PC) (AOAC, 1999); fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente acida (FDA), lignina (L) (Van Soest *et al.*, 1991); y se estimó la digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia seca (DVIVMS) y de la materia orgánica (DVIVMO) (Huntington y Burns, 2007).

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de la varianza para diseños de bloques completos al azar, en donde las épocas del año se consideraron como tratamientos y los meses dentro de épocas como bloques. En el análisis de datos se utilizaron los procedimientos GLM del SAS (2003).

Resultados y Discusión

El consumo de materia seca (CMS) registrado durante la época seca fue menor al observado en la época de lluvia (P<0.05), de igual manera el consumo de materia orgánica (CMO) presentó el mismo comportamiento (P<0.05; Cuadro 1). Las diferencias registradas pueden atribuirse a los diferentes contenidos de fibra y por ende la calidad en la dieta consumida por los animales ya que la reducción en el consumo está normalmente asociada con la baja calidad del forraje (Funk *et al.*, 1987; Sowell *et al.*, 2003). Estudios similares reportan diferencias en el consumo de forrajes de novillos en pastoreo y atribuyen las diferencias a la calidad nutritiva y madurez del forraje, influenciada principalmente por los cambios en las condiciones ambientales atribuibles a cada época del año (McCracken *et al.*, 1993; Olson *et al.*, 1994; Cline *et al.*, 2009).

El contenido de PC de la dieta seleccionada fue mayor en un 52.8% a la registrada en la época seca (P<0.01); los contenidos de FDN, FDA y L fueron más altos en la época seca con respecto a la época de lluvia (P<0.01). Durante la época de lluvia se observaron los mayores valores en la DVIVMS y DVIVMO de la dieta. Las variaciones observadas entre épocas en el valor nutricional de la dieta seleccionada por los animales pueden ser atribuidas a la fase fenológica de los pastizales (Olson *et al.*, 2002). Funk *et al.* (1987) reportan la mayor digestibilidad *in vitro* durante el periodo de crecimiento del pastizal y el menor durante el periodo de latencia. Murillo *et al.* (2006) al evaluar el valor nutricional de la dieta seleccionada por novillos en un pastizal nativo de la región central de Durango, reporta resultados similares a los observados en este estudio.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio indican que el consumo y el valor nutricional de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo son afectados por la época del año. Durante la época seca el ganado en apacentamiento en pastizales nativos esta expuesto a un estado de tensión nutricional ya que el consumo y el valor de la dieta seleccionada son bajos. Con la finalidad de evitar el efecto negativo observado durante la época seca, es necesario se aplique un programa estratégico de suplementación.

Cuadro1. Consumo y valor nutricional de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo

	Época		EE±	Sig.
	Seca	Lluvia		
CMS (kg/día)	4.5	6.7	1.8	*
CMO (kg/día)	4.2	6.4	1.3	*
MO (%)	91.0	89.3	1.1	NS
PC (%)	4.9	10.4	0.53	**
FDN (%)	74.9	64.3	0.96	**
FDA (%)	56.3	46.7	0.86	**
L (%)	7.1	4.7	0.88	**
DVIVMS (%)	61.1	68.9	1.06	*
DVIVMO (%)	59.2	67.3	1.11	*

*P<0.05 **P<0.01

Literatura Citada

- AOAC, 1999. Official Methods of Analysis (16th Ed.) Ass. Off. Anal. Chem. 13^a Ed. Washington, D. C. USA.
- Cline HJ, Neville BW, Lardy GP, Caton JS (2010). Influence of advancing season on dietary composition, intake, site of digestion and microbial efficiency in beef steers grazing a native range in western North Dakota. *J. Anim. Sci.*, 88(8):2812-2824.
- Cline, H. J., B. W. Neville, G. P. Lardy, and J. S. Caton. 2009. Influence of advancing season on dietary composition, intake, site of digestion, and microbial efficiency in beef steers grazing a native range in western North Dakota. *J. Anim. Sci.* 87:375-383.
- Funk, M. A., M. L. Galyean, M. E. Branine, and L. J. Krysl. 1987. Steer grazing blue grama rangeland throughout the growing season. I. Dietary composition, intake, digesta kinetics and ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.* 65:1342-1353.
- Gelvin, A.A., G.P. Lardy, S.A. Soto-Navarro, D.G. Landblon and J.S. Caton, 2004. Effect of field pea-based creep feed on intake, digestibility, ruminal fermentation and performance by nursing calves grazing native range in Western North Dakota. *J. Anim. Sci.*, 82: 3589-3599.
- González, R.H, O.F. Carrete y F. Meraz 2007. Cadena Agroalimentaria Bovinos Carne en Durango: Diagnostico y Perspectivas. SAGARPA-INIFAP. Publicación Técnica n° 2: 22-35.
- Huntington, G. B. and J. C. Burns. 2007. Afternoon harvest increases readily fermentable carbohydrate concentration and voluntary intake of gamagrass and switchgrass baleage by beef steers. *J. Anim. Sci.* 85:276-284.
- INEGI, 2004. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Anuario Estadístico del Estado de Durango. México.
- McCracken, B. A., L. J. Krysl, K. K. Park, D. W. Holcombe, and M. B. Judkins. 1993. Steers grazing endophyte-free tall fescue: seasonal changes in nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, ruminal fermentation, and serum hormones and metabolites. *J. Anim. Sci.* 71:1588-1595.
- Murillo, O. M., O. Reyes, E. Herrera, M. Guerrero, G. Nevárez, R. Montoya, A. S. Juárez and M. A. Cerrillo. 2006. Chemical composition, intake and *in vitro* gas production of forage selected by cattle in grassland of Northern Mexico. *ADSA-ASAS J. Anim. Sci.* 84:23. suppl. 1. *J. Dairy Sci.* 89:23 suppl. 1
- Olson, K. C., J. R. Jaeger, J. R. Brethour, and T. B. Avery, 2002. Steer nutritional response to intensive-early stocking on short-grass rangeland. *J. Range Manage.* 55:222-228.

- Olson, K. C., J. S. Caton, D. R. Kirby, and P. L. Norton. 1994. Influence of yeast culture supplementation and advancing season on steers grazing mixed-grass prairie in the northern great plains: I. Dietary composition, intake, and *in situ* nutrient disappearance. *J. Anim. Sci.* 72:2149-2157.
- SAS, 2003. SAS User's Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.
- Sowell, B. F., J. G. P. Bowman, E. E. Grings, and M. D. MacNeil. 2003. Liquid supplement and forage intake by range beef cows. *J. Anim. Sci.* 81:294-303.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Villanueva, J. F., J. Bustamante, A. Bonilla, and V. Rubio. 2003. Nutritional value of diet and forage and nutrient intake by grazing cattle of evergreen seasonal forest ecosystem. In: FMVZ-UAY editors. Proc Sixth International Symposium on the Nutrition Herbivores. Mexico. p. 467.

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS Y PRODUCTIVA EN VACAS LECHERAS EXPUESTAS A ESTRÉS CALÓRICO DURANTE EL PERIODO POSPARTO

PHYSIOLOGICAL AND PRODUCTIVE RESPONSES IN DAIRY MILK COWS EXPOSED TO HEAT STRESS DURING POSTPARTUM PERIOD

Pedro Velázquez^{1*}, Enrique Prado¹, Leonel Avendaño², Abelardo Correa², José L. Espinoza³,
María G. Méndez¹, Pablo Luna¹, Javier A. Munguía y Fernando Rivera^{1‡}.

¹Instituto Tecnológico de Sonora, ²Universidad Autónoma de Baja California, ³Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Resumen

Para determinar el impacto del estrés calórico sobre la respuesta fisiológica y productiva, 16 vacas lecheras que presentaron partos durante verano 2010 (julio-septiembre) fueron muestreadas de frecuencia respiratoria (FR), temperatura rectal (TR), condición corporal (CC) y producción lechera (PL); 60 días posparto. Estuvieron bajo estrés calórico moderado-leve, los meses más cálidos julio y agosto respecto a septiembre ($P < 0.05$) índices temperatura-humedad (ITH) > 80 . La frecuencia respiratoria (FR) resultó mayor ($P < 0.05$) en agosto respecto de julio y septiembre ($P > 0.05$). La temperatura rectal (TR) mostró interacción de parto/hora de muestreo, observándose una TR mayor ($P > 0.05$) en julio y agosto en horario matutino (AM). La TR vespertina (PM) julio y agosto fue similar ($P > 0.05$). Se observó una diferencia ($P < 0.05$) entre TR (AM y PM), donde TR vespertina resulto mayor. La TR disminuyó ($P < 0.05$) en vacas paridas en septiembre. La producción lechera (PL) promedió 25.0 kg/vaca/día ($P > 0.05$) en verano. La condición corporal (CC) fue 3.00 ($P > 0.05$) pero disminuyó ($P < 0.05$) 0.20 unidades entre los días 7 – 14 posparto y la más baja entre 14 y 42 días ($P < 0.05$) recuperándose a partir del día 49 aumentando de 2.92 a 3.00. La FR y TR de vacas lecheras que paren bajo condiciones de estrés calórico se altera repercutiendo sobre la tasa metabólica y el consumo de alimento disminuye bajando la CC y la PL no se expresa a su máximo su capacidad.

Palabras clave: Estrés calórico, ganado lechero.

Introducción

En el Noroeste de México, se desarrolla la ganadería lechera a pesar de que el clima es caluroso en verano. En esta época el incremento de la temperatura y humedad ambiental provocan estrés en el ganado disminuyendo su producción. West (1998) argumenta que durante los meses de verano el ganado lechero sufre alteraciones homeotérmicas, incrementándose la temperatura corporal y frecuencia respiratoria. Como respuesta fisiológica, la vaca lechera inicia un proceso de regulación térmica que compromete el desempeño productivo manifestándose una disminución del consumo de alimento e inmunodepresión, provocando trastornos endócrinos y metabólicos (Hansen y Aréchiga, 1999). Durante la etapa temprana del periodo posparto en vacas lecheras, las necesidades de energía para producción de leche son mayores que la energía consumida, esto trae como resultado un periodo de balance energético negativo. Esto hace pensar, que bajo las condiciones ambientales predominantes durante el verano en la región del Valle del Yaqui, Sonora; teóricamente las vacas lecheras sufren este proceso pero de una manera más severa, sin embargo no existen investigaciones objetivas que nos indiquen realmente cual es

el efecto que el estrés calórico puede ocasionar en la respuesta fisiológica y productiva y que de una pauta para idear un manejo adecuado, especialmente en vacas que presentan sus partos bajo condiciones de estrés térmico. En base a estos argumentos el objetivo del presente estudio fue estudiar el impacto del estrés calórico sobre la respuesta fisiológica y productiva de vacas lecheras durante el verano.

Materiales y Métodos

El presente estudio se llevó a cabo durante los meses de verano de 2010 en la Unidad Académica e Investigación en Producción Lechera del Instituto Tecnológico de Sonora; ubicada en el Valle del Yaqui, Sonora, a 27°29' latitud Norte y 109°56' longitud Oeste, a una altura de 46 metros sobre el nivel del mar. Diez y seis vacas lecheras fueron seleccionadas de acuerdo a la fecha esperada de su parto en la época de verano. Posterior a su parto los animales fueron alojados en corrales abiertos con sombra en el centro del corral, y fueron manejados como vacas frescas o altas productoras respectivamente, ordeñándose 2 veces por día a las 05:00 y 17:00 hrs se registró la producción lechera en cada ordeña mediante un sistema de medición electrónico automatizado (Metatron 21, Westfalia Surge, México, S.A. de C.V., Aguascalientes, AGS) integrado al sistema de ordeña. Las vacas fueron alimentadas mediante una ración consistente en 60% forraje y 40% concentrado comercial ofrecidos por separado. Esta dieta estaba compuesta de ensilado de maíz, heno de alfalfa y concentrado comercial compuesto de maíz rolado, semilla de algodón, pasta de soya, harina de sangre, grasa animal y premezcla de vitaminas y minerales. Cabe señalar que los animales tuvieron agua a libre acceso y fueron alimentados como grupo con una dieta formulada de acuerdo a los requerimientos nutricionales para vacas Holstein en lactación con un peso de 600 kg y una producción de 27 kg a 3.5 % de grasa corregida en leche (NRC, 2001). Se busco que el contenido nutricional de la dieta durante el estudio fuera de 15.8% de proteína cruda, 5.6% de extracto etéreo, 30.5% FDN y una EN_L de 1.4 mcal/kg, con un consumo ajustado a 24 kg de materia seca. La ración fue ofrecida dos veces por día, registrándose un 3% de rechazo promedio del total de la dieta ofrecida diariamente. Entre los días 10 ± 3 y 60 ± 3 posparto fueron registradas la TR, FR, CC y PL. La TR 3 veces por semana de las cuales 2 veces fueron en las horas de la mañana entre las 08:00 y las 10:00 y 1 vez por la tarde entre las 17:00 y 18:00 hrs en los mismos días durante los primeros 60 días posparto y se utilizó un termómetro digital (GLA M550, GLA Agricultural Electronics, San Luis Obispo, CA, USA) conectado a un sensor de temperatura rectal de 10 cm (M207R GLA Agricultural Electronics, San Luis Obispo, CA, USA). La FR fue registrada 2 veces por semana durante los mismos días durante las horas matutinas de 08:00 a 10:00 y se utilizó la metodología seguida por Avendaño et al. (2007) la cual consistió en la observación del número de movimientos del espacio intercostal durante 60 segundos. La calificación visual de la condición corporal (CC) se realizo 1 vez/semana, hasta los 60 ± 3 días posparto, de acuerdo a la metodología propuesta por Ferguson et al. (1994). La temperatura ambiente y la humedad relativa fueron registradas diariamente en una estación meteorológica ubicada aproximadamente a 1.0 km del sitio de estudio perteneciente a la red nacional de estaciones estatales agroclimatológicas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIFAP) Estación Block 910 CIANO (Agrosón, 2012). Con los datos obtenidos se estimó el índice de temperatura-humedad (ITH) de acuerdo la siguiente fórmula (Hahn, 1999).

$$ITH = 0.81 TA + HR (TA - 14.4) + 46.4$$

Donde: ITH = índice de temperatura-humedad; TA = temperatura ambiental (°C); HR = humedad relativa (%).

Los resultados obtenidos mediante esta fórmula, fueron comparados con la tabla de valores ITH propuesta por Wiersma (1990) los cuales se pueden observar en la figura 2. Esta comparación fue con el propósito de determinar el grado de estrés calórico al que estaba expuesto el ganado lechero en estudio. Los datos recabados durante el estudio fueron analizados bajo la estructura de un diseño completamente al azar con y sin mediciones repetidas aplicando un análisis de varianza (Litell et al., 2002). Los análisis se realizaron usando el PROC GLM (General Linear Models) (SAS versión 8.2; SAS Institute, Cary, NC, USA), las diferencias entre tratamientos fueron consideradas como significativas a una ($P < 0.05$) y como tendencia cuando resultaron con una ($P > 0.05$ y $P < 0.10$).

Resultados y Discusión

Con interés de conocer el clima del verano en el Valle del Yaqui, Sonora, México; fue considerado mostrar la temperatura ambiental (T°C) y humedad relativa (% HR), desde el 1 de junio al 15 de diciembre de 2010, sin embargo el presente estudio se llevó a cabo durante los meses de verano donde las T°C mínimas y máximas registradas durante julio, agosto y septiembre, resultaron en 21.30 y 41.70°C respectivamente y en lo que respecta a %HR la mínima registrada fue de 15% y la máxima de 93% (figura 1). De acuerdo a la caracterización de las temperaturas ambientales en el noroeste de México, reportadas por Agrosón (2012), el rango de temperatura ambiental durante los meses de verano se consideró de templado a caliente siendo los meses más cálidos junio, julio, agosto y septiembre. Los índices de Temperatura-Humedad (ITH) calculados durante las 34 semanas de duración del estudio se muestran en la figura 2, siendo los meses más cálidos Julio y Agosto, observándose valores ITH muy similares ($P > 0.05$) los cuales resultaron en 85.5 ± 1.97 y 83.1 ± 1.97 respectivamente. Esto indica que el ganado en estudio estuvo expuesto a un nivel de estrés calórico moderado de acuerdo a lo argumentado por Wiersma (1990). Además, la figura 2 muestra que el nivel de ITH durante las horas del día (10:00 – 17:00 hrs) y tarde (18:00 – 20:00 hrs) sobrepasa a 72 unidades continuamente desde la primera semana de junio hasta la segunda semana de octubre, donde los cálculos señalan resultados ITH por encima de las 86 unidades, de acuerdo con Wiersma (1990) quiere decir que las vacas lecheras ubicadas en el Valle del Yaqui, están expuestas a 09.0 hrs de estrés calórico clasificado de leve a moderado durante aproximadamente 135 días continuos en el verano de cada año. No obstante a los resultados antes señalados, la figura 2 muestra los resultados ITH nocturnos (21:00 – 05:00 hrs) y matutinos (06:00 -09:00 hrs) y se pudo observar, que aun en estos horarios el ganado lechero siguió expuesto a estrés calórico leve de acuerdo a Wiersma (1990) ya que los cálculos indican ITH de 72 – 80. Al respecto, se podría pensar que éstas serían 12 horas en las cuales el ganado lechero no sufriría estrés calórico y serían horas para reponerse del estrés sufrido en las horas más calientes que fueron durante el día y la tarde, sin embargo de acuerdo a los resultados ITH estudiados, se puede afirmar que las vacas lecheras ubicadas en el Valle del Yaqui, sufren estrés calórico desde antes del mes de junio hasta finales del mes de octubre. No obstante a estos resultados pudo observarse una disminución significativa ($P < 0.05$) en cuanto al nivel ITH al que se expusieron las vacas que parieron en septiembre y resultó en 73.3 ± 1.97 con respecto a julio y agosto, en base a este dato las vacas que tuvieron su parto en el mes de septiembre solamente se expusieron a un nivel de estrés calórico leve desde su parto en septiembre y durante sus siguientes 60 DL. La FR de vacas que parieron en verano, se elevó

significativamente ($P < 0.05$) en agosto a 83.05 ± 2.18 respecto a julio y septiembre ($P > 0.05$) donde mostraron una FR de 72.88 ± 2.18 y 70.80 ± 2.18 respectivamente. Avendaño et al. (2007) reportan resultados similares y señalan que una vaca lechera con 80 respiraciones por minuto (resp/min) se considera en condiciones de estrés por calor moderado, concidiendo con lo observado en el presente estudio. Correa et al. (2007) señalan que la FR ha sido usada como un indicador de la carga de calor en periodos de estrés por altas temperaturas, incrementándose cuando los animales requieren disipar el exceso de calor, por medio evaporativo. En cuanto a TR., el cuadro 1 señala que hubo un efecto de interacción del mes de parto por la hora de muestreo, donde las vacas presentaron una TR mayor ($P > 0.05$) en julio y agosto, 39.24 ± 0.06 y 39.44 ± 0.06 en horario matutino respectivamente. De igual manera fue alta la TR durante julio y agosto ($P > 0.05$) en el horario vespertino resultando en 39.85 ± 0.09 y 39.86 ± 0.09 respectivamente, sin embargo la TR que presentaron las vacas en los horarios AM y PM mostró diferencias ($P < 0.05$) ya que la TR vespertina resultó mayor durante los mismos meses. Resultados similares fueron reportados por Avendaño et al. (2007) y ellos argumentan que las condiciones ambientales durante la noche y primeras horas de la mañana fueron favorables para disipar el calor corporal de los animales lo cual pudo suceder en el presente estudio. La TR de las vacas paridas en septiembre disminuyó (cuadro 1) siendo 38.88 ± 0.06 y 38.81 ± 0.08 AM y PM respectivamente, estos se observan bajos ($P < 0.05$) respecto a la TR registrada en las vacas paridas en julio y agosto. La PL de vacas paridas durante los meses de verano, no muestran cambios relevantes ($P > 0.05$) de acuerdo a los datos del cuadro 1 observándose 25.65, 24.11, 25.45, (E.E. 1.28) kg/vaca/d respectivamente. Las PL de vacas paridas en verano pudieran ser no significativos no obstante los animales del presente estudio desarrollado en el Valle del Yaqui, Sonora, pudieron llegar a su pico de producción casi con 27.0 kg/ leche/d; sin embargo estas producciones podrían mejorar si se hacen cambios en el manejo en etapa de fresca y altas productoras. Resultados similares reportan Avendaño et al. (2007) en el valle de Mexicali en un grupo de vacas bajo estrés calórico y sin sistema de enfriamiento las cuales produjeron 24.7 ± 0.6 kg de leche/d durante sus primeros 60 DL. Mirzaei et al. (2007) en el noreste de Irán reportan que la producción media de leche fue de 28.54 kg/vaca/d durante el verano donde el ITH promedió 81.5 ± 3.9 unidades. La CC semanal, muestra cambios significativos ($P < 0.05$) a medida que los DL van aumentando y principalmente durante los primeros 20 d posparto, de tal manera que la CC a los 7 DL fue de 3.19 la cual disminuye ($P < 0.05$) a los 14 DL y las vacas bajan su CC a 3.03, sin embargo, de los 14 a los 21, 28 y 35 DL no se observan cambios significativos ($P > 0.05$) ya que fue mínima la disminución, Pero se observó una disminución significativa ($P < 0.05$) entre el día 14 y 42 posparto ya que para este día las vacas mostraron una CC de 2.92 y a partir de ahí, se observa una recuperación de tal manera que a los 49, 56 y 63 DL las vacas mostraron 2.95, 3.00 y 3.02 respectivamente. En cuanto al efecto de mes de parto en verano sobre la CC., vacas paridas en julio y agosto tuvieron un comportamiento similar ($P > 0.05$) registrándose una CC de 3.08 ± 0.29 y 3.03 ± 0.026 respectivamente, sin embargo, las vacas que parieron en septiembre mostraron un CC disminuida significativamente ($P < 0.05$) la cual resultó en 2.91 ± 0.026 . El estrés calórico causa una reducción en el consumo cuando la temperatura ambiental oscila entre los 25 y 27°C y cuando rebasa los 30°C se tendrá un impacto mayor (NRC, 2001) esto pudiera influenciar para que se lleve a cabo una movilización de tejidos de reserva y como resultado de esto las vacas lecheras presenten un periodo de balance energético negativo prolongado disminuyendo su CC (Cameron et al., 1998). Durante el presente estudio los cambios en CC no fueron tan severos. En base a estos datos el periodo de balance energético negativo para vacas paridas en verano fue durante los primeros 42 DL., observándose una recuperación a partir

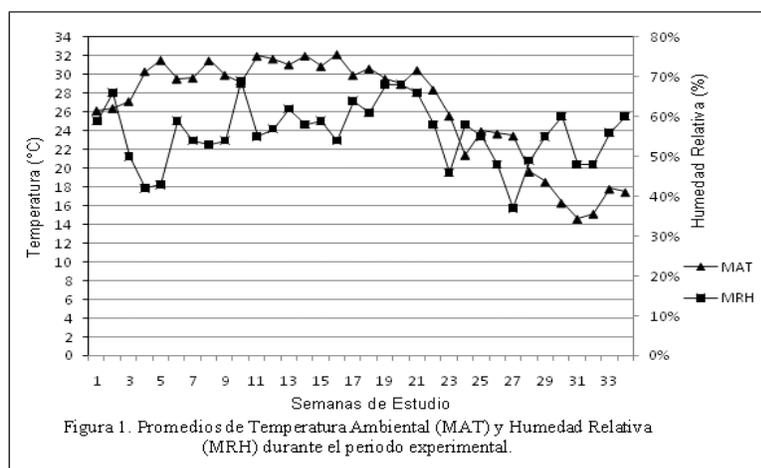
de estos días y es posible que las vacas pudieran haber iniciado su etapa de balance energético positivo.

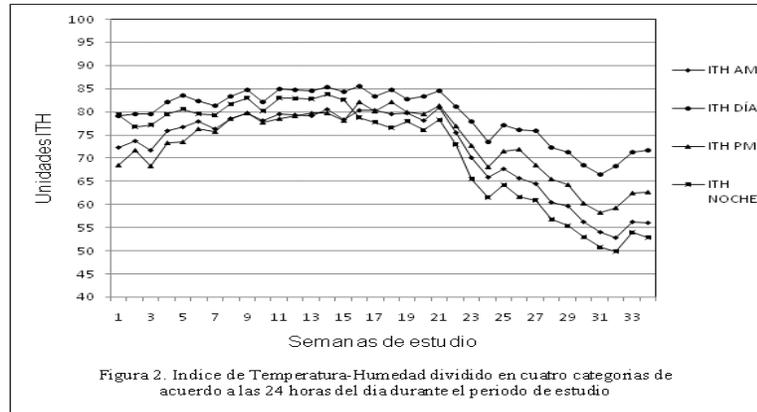
Conclusiones

Las vacas que paren en verano no desarrollan al máximo su capacidad productiva, sin embargo es posible que sus producciones lecheras estén por encima del 65% respecto a la producción del invierno. La FR y TR en vacas lecheras bajo condiciones de estrés calórico se altera repercutiendo sobre la tasa metabólica y el consumo de alimento disminuye bajando la CC y la PL no se expresa a su máxima su capacidad.

Literatura Citada

- Agroson, 2012. <http://www.agroson.org.mx/>. Consultada en Junio de 2012.
- Avendaño-Reyes, L., D. Álvarez-Valenzuela, A. Correa-Calderón, J.S. Saucedo-Quintero, F. Rivera-Acuña, F.J. Verdugo-Zárate, C.F. Aréchiga-Flores, y H. Robinson. 2007. Evaluación de un sistema de enfriamiento aplicado en el periodo seco de ganado lechero durante el verano. *Téc. Pecu. Méx.* 45(2):209-225.
- Cameron, R. E., P. B. Dyk, T. H. Herdt, J. B. Kaneene, R. Miller, H. F. Bucholtz, J. S. Liesman, M. J. Vandehaar, and R. S. Emery. 1998. Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds. *J. Dairy Sci.* 81:132–139.
- Ferguson, J.D., D.T. Galligan, and N. Thomsen. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77:2695–2703.
- Hahn, G.L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Dairy Sci.* 82(Suppl. 2):10-20.
- Hansen, P.J., and C.F. Aréchiga. 1999. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *J. Dairy Sci.* 82(Suppl. 2)36-50.
- Littell, R. C., W. W. Stroup, and R. J. Freund. 2002. SAS for Linear Models. 4th ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Mirzaei, A., M. Kafi, M. Ghavami, M. Mohri and H-R. Gheisari. 2007. Ovarian activity in high and average producing Holstein cows under heat stress conditions. *Comp. Clin. Pathol.* 16:235–241.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th Rev. Ed., Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- West, J.W. 1998. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *J. Dairy Sci.* 82(Suppl.2):21-35.
- Wiersma, F. 1990. THI for dairy cows. Department of Agricultural Engineer. The University of Arizona. Tucson, Az.





Cuadro 1. Respuestas fisiológicas y productiva en vacas lecheras Holstein que presentaron sus partos durante los meses de verano en el Valle del Yaqui, Sonora.

Concepto	Meses			E.E.
	Julio	Agosto	Septiembre	
Índice de temperatura y humedad	85.5 ^a	83.1 ^a	73.3 ^b	1.97
Prod. Leche Kg/d	25.65 ^a	24.11 ^a	25.45 ^a	1.28
Cond. Corporal	3.08 ^a	3.03 ^a	2.91 ^b	0.026
Frec. Respiratoria (Resp./min)	72.88 ^a	83.05 ^b	70.80 ^a	2.18
Temp. Rectal °C (interacción mes parto x hora de muestreo)				
Horas de la mañana (am)	39.24 ^b	39.44 ^b	38.88 ^c	0.06
Horas de la tarde (pm)	39.85 ^a	39.86 ^a	38.81 ^c	0.09

DETERMINACIÓN DEL INTERVALO PARTO E INICIO DE LA CICLICIDAD POSPARTO EN VACAS LECHERAS EXPUESTAS A ESTRÉS CALÓRICO

DETERMINATION OF THE INTERVAL CALVING AND BEGINNING OF CICLICITY ACTIVITY IN POSTPARTUM DAIRY COWS UNDER HEAT STRESS

Fernando Rivera^{1*}, Enrique Prado¹, Leonel Avendaño², Abelardo Correa², José L. Espinoza³,
María G. Méndez¹, Pablo Luna¹, Marco I. Acuña¹ Juan F. Hernandez¹.

¹Instituto Tecnológico de Sonora, ²Universidad Autónoma de Baja California, ³Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Resumen

Con el objetivo de determinar el impacto que tiene el estrés calórico sobre la fisiología reproductiva en vacas lecheras, 16 vacas que presentaron su parto durante los meses de verano de 2010 (julio a septiembre) fueron sometidas a un muestreo sanguíneo para determinar niveles de progesterona (P4) plasmática durante sus 60 días posparto, con propósitos de conocer el intervalo parto e inicio de la ciclicidad posparto. Vacas que parieron en los meses señalados, estuvieron expuestas a estrés calórico de moderado a leve siendo los meses más cálidos julio y agosto con respecto a septiembre ($P < 0.05$) con índices temperatura-humedad (ITH) de 85.5, 83.1 y 73.3 (E.E.±1.97) respectivamente. La tasa de ciclicidad en vacas paridas en los meses señalados no mostró diferencias ($P > 0.05$). No fueron observadas diferencias ($P > 0.05$) en los días transcurridos desde parto al inicio de la ciclicidad. Los niveles de P4 al inicio de la ciclicidad tampoco mostraron diferencias ($P > 0.05$) y la longitud del primer diestro posparto resultó similar ($P > 0.05$) al igual que los niveles de P4 plasmática durante el primer diestro que resultaron en 3.7, 2.7 y 2.7 (E.E. 1.6) ng/ml ($P > 0.05$). Básicamente los resultados de este estudio muestran que las vacas lecheras que presentan sus partos durante la época de verano presentan una actividad ovárica anormal y por lo tanto retraso en el reinicio de esta, sin embargo aunque se da este retrasado un gran porcentaje de vacas lograron ciclar.

Palabras clave: Estrés calórico, ganado lechero, ciclicidad posparto.

Introducción

En el Noroeste de México, se desarrolla la ganadería lechera a pesar de que el clima es caluroso en verano. En esta época el incremento de la temperatura y humedad ambiental provocan estrés en el ganado, afectando su reproducción y disminuyendo su producción. Al respecto, científicos tales como West (1998) argumentan que durante los meses de verano el ganado lechero sufre alteraciones homeotérmicas, relacionadas con el incremento en la temperatura corporal y frecuencia respiratoria. Entonces, como una respuesta fisiológica, la vaca lechera inicia un proceso de regulación térmica que compromete el desempeño productivo y reproductivo manifestándose una disminución del consumo de alimento e inmunodepresión, provocando trastornos endocrinos y metabólicos (Hansen y Aréchiga, 1999). De esta manera, el comportamiento reproductivo de las vacas lecheras bajo estrés calórico es afectado ya que disminuye la tasa de concepción a la primera inseminación artificial, aumenta el intervalo parto concepción, disminuye la expresión del estro, aumentan las incidencias de anestros, calores silenciosos y fallas en la ovulación (Bridges et al., 2005). Durante la etapa temprana del periodo

posparto en vacas lecheras, las necesidades de energía para producción de leche son mayores que la energía consumida, esto trae como resultado un periodo de balance energético negativo. Sin embargo, si el balance energético negativo se manifiesta severo, se incrementa el riesgo de retardo en la actividad ovárica ocasionando un retardo en el retorno a la ciclicidad (Opsomer et al., 2000). Esto hace pensar, que bajo las condiciones ambientales predominantes durante el verano en la región del Valle del Yaqui, Sonora; teóricamente las vacas lecheras sufren este proceso, sin embargo no existen investigaciones objetivas que nos indiquen realmente cual es el efecto que el estrés calórico puede ocasionar en la actividad ovárica postparto y que de una pauta para idear un manejo reproductivo adecuado, especialmente en vacas que presentan sus partos bajo condiciones de estrés térmico. En base a estos argumentos el objetivo del presente estudio fue estudiar la fisiología reproductiva de las vacas lecheras durante el verano y conocer el intervalo parto e inicio de la ciclicidad posparto para determinar un periodo de espera voluntario acorde.

Materiales y Métodos

El presente estudio se llevó a cabo durante los meses de verano de 2010 en la Unidad Académica e Investigación en Producción Lechera del Instituto Tecnológico de Sonora; ubicada en el Valle del Yaqui, Sonora., a 27°29' latitud Norte y 109°56' longitud Oeste, a una altura de 46 metros sobre el nivel del mar. Diez y seis vacas lecheras fueron seleccionadas de acuerdo a la fecha esperada de su parto en la época de verano. Posterior a su parto los animales fueron alojados en corrales abiertos con sombra en el centro del corral, y fueron manejados como vacas frescas o altas productoras respectivamente, ordeñándose 2 veces por día a las 05:00 y 17:00 hrs y alimentadas mediante una ración consistente en 60% forraje y 40% concentrado comercial ofrecidos por separado. Esta dieta estaba compuesta de ensilado de maíz, heno de alfalfa y concentrado comercial compuesto de maíz rolado, semilla de algodón, pasta de soya, harina de sangre, grasa animal y premezcla de vitaminas y minerales. Cabe señalar que los animales tuvieron agua a libre acceso y fueron alimentados como grupo con una dieta formulada de acuerdo a los requerimientos nutricionales para vacas Holstein en lactación con un peso de 600 kg y una producción de 27 kg a 3.5 % de grasa corregida en leche (NRC, 2001). Se busco que el contenido nutricional de la dieta durante el estudio fuera de 15.8% de proteína cruda, 5.6% de extracto etéreo, 30.5% FDN y una EN_L de 1.4 mcál/kg, con un consumo ajustado a 24 kg de materia seca. La ración fue ofrecida dos veces por día, registrándose un 3% de rechazo promedio del total de la dieta ofrecida diariamente. Entre los días 10 ± 3 y 60 ± 3 postparto fue realizado un muestreo sanguíneo (~ 8 ml) 2 veces por semana las muestras colectadas fueron colocadas inmediatamente en hielo y transportadas al laboratorio para su procesamiento y obtención de plasma, el cual fue congelado a -25°C hasta su análisis. De las muestras colectadas se determinaron las concentraciones de progesterona (P4) mediante análisis de ELISA utilizando un kit comercial (Calbiotech[®] Inc., Spring Valley, CA). Los niveles de P4 plasmática registrados sirvieron para determinar el intervalo parto e inicio de la ciclicidad, nivel de P4 al inicio de la ciclicidad, longitud del primer diestro postparto, nivel de P4 durante el primer diestro postparto y tasa de ciclicidad de vacas lecheras postparto, todas estas variables bajo condiciones de estrés calórico. Por otro lado, La temperatura ambiente y la humedad relativa fueron registradas diariamente en una estación meteorológica ubicada aproximadamente a 1.0 km del sitio de estudio perteneciente a la red nacional de estaciones estatales agroclimatológicas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIFAP) Estación Block 910 CIANO (Agrosón, 2012).

Con los datos obtenidos se estimó el índice de temperatura-humedad (ITH) de acuerdo la siguiente fórmula (Hahn, 1999).

$$\text{ITH} = 0.81 \text{ TA} + \text{HR} (\text{TA} - 14.4) + 46.4$$

Donde: ITH = índice de temperatura-humedad; TA = temperatura ambiental (°C); HR = humedad relativa (%).

Los resultados obtenidos mediante esta fórmula, fueron comparados con la tabla de valores ITH propuesta por Wiersma (1990) los cuales se pueden observar en la figura 2. Esta comparación fue con el propósito de determinar el grado de estrés calórico al que estaba expuesto el ganado lechero en estudio. Los datos recabados durante el estudio fueron analizados bajo la estructura de un diseño completamente al azar aplicando un análisis de varianza (Litell et al., 2002). Los análisis se realizaron usando el PROC GLM (General Linear Models) (SAS versión 8.2; SAS Institute, Cary, NC, USA), las diferencias entre tratamientos fueron consideradas como significativas a una ($P < 0.05$) y como tendencia cuando resultaron con una ($P > 0.05$ y $P < 0.10$).

Resultados y Discusión

Con el interés de conocer el comportamiento climático del verano en el Valle del Yaqui, Sonora, México; fue considerado mostrar la temperatura ambiental (T°C) y humedad relativa (% HR), desde el 1 de junio al 15 de diciembre de 2010, sin embargo el presente estudio se llevó a cabo durante los meses de verano donde las T°C mínimas y máximas registradas durante julio, agosto y septiembre, resultaron en 21.30 y 41.70°C respectivamente y en lo que respecta a %HR la mínima registrada fue de 15% y la máxima de 93% (Figura 1). De acuerdo a la caracterización de las temperaturas ambientales en el noroeste de México, reportadas por Agrosón (2012), el rango de temperatura ambiental durante los meses de verano se consideró de templado a caliente siendo los meses más cálidos junio, julio, agosto y septiembre. Los índices de Temperatura-Humedad (ITH) calculados durante las 34 semanas de duración del estudio se muestran en la Figura 2, siendo los meses más cálidos Julio y Agosto, observándose valores ITH muy similares ($P > 0.05$) los cuales resultaron en 85.5 ± 1.97 y 83.1 ± 1.97 respectivamente. Esto indica que el ganado en estudio estuvo expuesto a un nivel de estrés calórico moderado de acuerdo a lo argumentado por Wiersma (1990). Además, la figura 2 muestra que el nivel de ITH durante las horas del día (10:00 – 17:00 hrs) y tarde (18:00 – 20:00 hrs) sobrepasó a 72 unidades continuamente desde la primera semana de junio hasta la segunda semana de octubre, donde los cálculos señalan resultados ITH por encima de las 86 unidades, de acuerdo con Wiersma (1990) quiere decir que las vacas lecheras ubicadas en el Valle del Yaqui, están expuestas a 09.0 hrs de estrés calórico clasificado de leve a moderado durante aproximadamente 135 días continuos en el verano de cada año. No obstante a los resultados antes señalados, la figura 2 muestra los resultados ITH nocturnos (21:00 – 05:00 hrs) y matutinos (06:00 -09:00 hrs) y se pudo observar, que aun en estos horarios el ganado lechero siguió expuesto a estrés calórico leve de acuerdo a Wiersma (1990) ya que los cálculos indican ITH de 72 – 80. Al respecto, se podría pensar que éstas serían 12 horas en las cuales el ganado lechero no sufriría estrés calórico y serían horas para reponerse del estrés sufrido en las horas más calientes que fueron durante el día y la tarde, sin embargo de acuerdo a los resultados ITH estudiados, se puede afirmar que las vacas lecheras ubicadas en el Valle del Yaqui, sufren estrés calórico desde antes del mes de junio hasta finales del mes de octubre. No obstante a estos resultados pudo observarse una disminución significativa ($P < 0.05$) en cuanto al nivel ITH al que se expusieron las vacas que parieron en septiembre y resultó en 73.3 ± 1.97 con

respecto a julio y agosto, por lo tanto, en base a este dato las vacas que tuvieron su parto en el mes de septiembre solamente se expusieron a un nivel de estrés calórico leve desde su parto en septiembre y durante sus siguientes 60 DL.

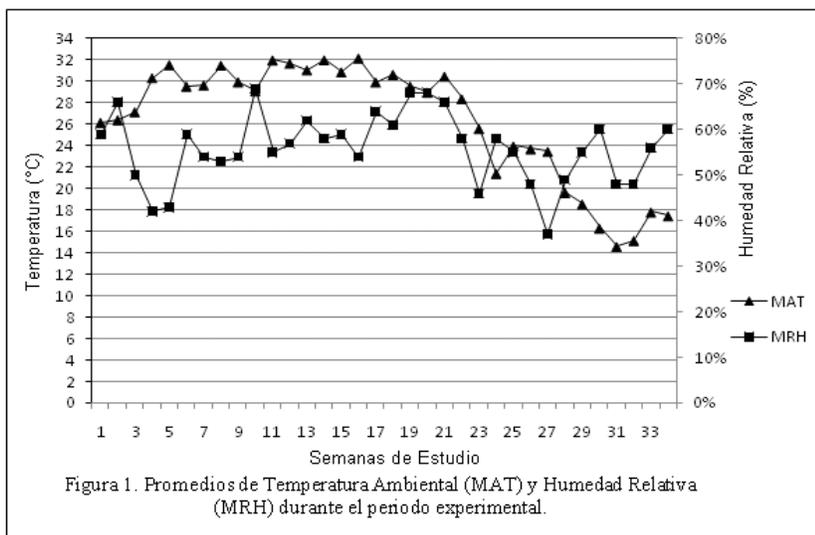
De acuerdo a los resultados expuestos en el cuadro 1 no fueron encontradas diferencias significativas ($P > 0.05$) en cuanto a la tasa de ciclicidad que presentaron las vacas que parieron en los meses de verano julio, agosto y septiembre, siendo estos resultados 100, 80 y 83.33 % respectivamente, sin embargo, aunque estos datos no reflejan diferencia ($P > 0.05$) pueden servir como una base indicativa de que vacas que paren en el principio del verano presentan menos problemas para el reinicio de la actividad ovárica respecto a aquellas que presentan su parto a la mitad del verano o al final de este. En teoría, esto pudiera deberse a los efectos acumulados que el estrés calórico ha causado en aquellas vacas que paren a la mitad o al final del verano como por ejemplo la disminución en el consumo de alimento u otros problemas metabólicos tales como alcalosis respiratoria y acidosis metabólica las cuales se presentan en forma subclínica y sus efectos son contraproducentes para las demás funciones metabólicas del animal incluyendo la reproductiva. Posiblemente mediante un estudio similar pero con un tamaño de muestra mayor pudieran encontrarse diferencias significativas que comprobaran esta teoría. Al respecto, Mirzaei et al. (2007) reportaron que hasta 63.6% de las vacas que presentan sus partos en verano expuestas a estrés calórico moderado sufren una actividad ovárica anormal y casi el 40% de las vacas presentan un retraso en la primera ovulación posparto. Por otro lado, la tabla 1 muestra que los días que transcurrieron desde parto al inicio de la ciclicidad no mostraron diferencias ($P > 0.05$) entre las vacas que parieron en los meses de verano señalados ya que comenzaron a ciclar a los 38.8, 41.6 y 41.9 (E.E. de ± 8.4) DL posparto respectivamente. Cabe señalar, que para conocer el día en que iniciaban a ciclar se determinaron niveles de P4 plasmática y cuando estos resultaron ≥ 1.0 ng/ml se consideraba que el animal estaba ciclando y los niveles de P4 resultaron en 4.1, 2.6 y 2.7 ng/ml respectivamente con un E.E. de ± 1.6 , resultados muy similares ($P > 0.05$). Mirzaei et al. (2007) reportaron que el intervalo parto inicio de la ciclicidad posparto en base a los niveles de P4 ≥ 1 ng/ml en plasma fue de 29.6 ± 7.1 bajo condiciones de estrés calórico en vacas lecheras, esto pudo deberse a que el nivel de estrés calórico no fue tan drástico, en comparación con el observado durante el presente estudio donde las vacas presentaron un intervalo de aproximadamente 40 días. Los niveles de P4 al inicio de la ciclicidad reportados por Mirzaei et al. (2007) fueron de 2.0 a 6.5 ng/ml; por lo tanto coinciden con los del presente estudio. La longitud del primer diestro posparto, en base a P4 plasmática presento un comportamiento similar ($P > 0.05$) entre los días de duración del diestro, siendo estos 15.9, 13.6 y 11.5 (E.E. de ± 6.4) d respectivamente durante los meses del verano. Además el cuadro 1 señala que los niveles promedio de P4 plasmática durante la etapa del diestro no mostraron diferencias ($P > 0.05$) y fueron de 3.7, 2.7 y 2.7 (E.E. de ± 1.18) ng/ml en vacas paridas en meses de verano. Mirzaei et al. (2007) señalan que la longitud del diestro duro de 15 a 17 d en vacas que presentaron una actividad ovárica normal, esto coincide con los resultados encontrados en el presente estudio donde puede observarse que la longitud del diestro oscilo entre 11.5 a 15.9 d y los niveles de P4 durante esta etapa promediaron entre 2.7 y 3.7 ng/ml rango que coincide con los encontrados por Mirzaei et al. (2007). Entre otros problemas reproductivos posparto el mismo autor señala que hasta 15.1% de las vacas expuestas a estrés calórico moderado sufren de una fase luteal prolongada, 9.1% sufren de una fase luteal corta, y por último el 3% de estas llegan a cesar completamente su actividad cíclica.

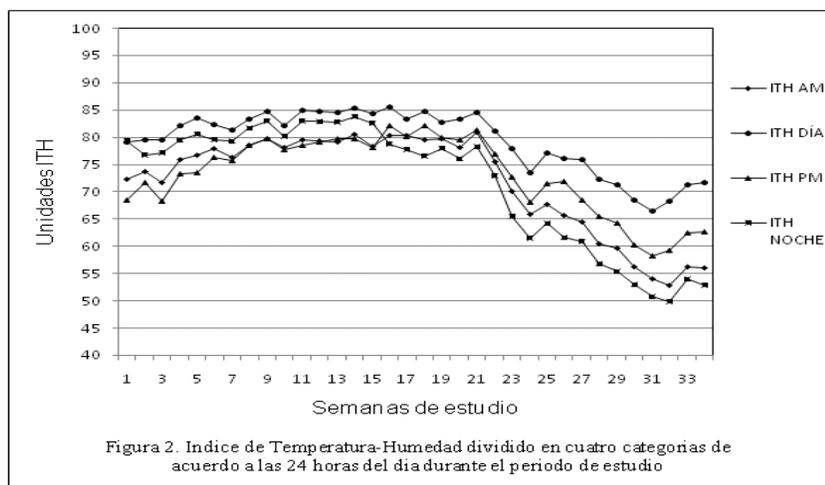
Conclusiones

Las vacas lecheras que presentan sus partos durante la época de verano presentan una actividad ovárica anormal y por lo tanto retraso en el reinicio de esta sin embargo aunque el reinicio de esta se ve retrasado un gran porcentaje de vacas logran ciclar.

Literatura Citada

- Agroson, 2012. <http://www.agroson.org.mx/>. Consultada en Junio de 2012.
- Bridges, P.J., M.A. Brusie, and J.E. Fortune. 2005. Elevated temperature (heat stress) in vitro reduces androstenedione and estradiol and increase progesterone secretion by follicular cells from bovine dominant follicles. *Domest. Anim. Endocrinol.* 29:508-522.
- Hahn, G.L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Dairy Sci.* 82(Suppl. 2):10-20.
- Hansen, P.J., and C.F. Aréchiga. 1999. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *J. Dairy Sci.* 82(Suppl. 2)36-50.
- Littell, R. C., W. W. Stroup, and R. J. Freund. 2002. SAS for Linear Models. 4th ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Mirzaei, A., M. Kafi, M. Ghavami, M. Mohri and H-R. Gheisari. 2007. Ovarian activity in high and average producing Holstein cows under heat stress conditions. *Comp. Clin. Pathol.* 16:235-241.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th Rev. Ed., Natl. Acad. Sci., Washington, DC
- Opsomer, G., Y.T. Gröhn, J. Hertl, M.Coryn, H. Deluyker, and A. de Kriuf. 2000. Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: a field study. *Theriogenology.* 53:841-857.
- West, J.W. 1998. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *J. Dairy Sci.* 82(Suppl.2):21-35.
- Wiersma, F. 1990. THI for dairy cows. Department of Agricultural Engineer. The University of Arizona. Tucson, Az.





Cuadro 1. Respuesta reproductiva en vacas lecheras Holstein que presentaron sus partos durante los meses de verano en el Valle del Yaqui, Sonora.

Concepto	Meses			E.E.
	Julio	Agosto	Septiembre	
Intervalo parto e inicio de la ciclicidad (DL).	38.8 ^a	41.6 ^a	41.9 ^a	8.4
Nivel de progesterona plasmática al inicio de la ciclicidad (ng/ml).	4.1 ^a	2.6 ^a	2.7 ^a	1.6
Longitud del primer diestro postparto (días).	15.9 ^a	13.6 ^a	11.5 ^a	6.4
Nivel de progesterona plasmática durante el primer diestro postparto.	3.7 ^a	2.7 ^a	2.7 ^a	1.18
Tasa de ciclicidad de vacas lecheras postparto % (no./no.)	100 (5/5) ^a	80 (4/5) ^a	83.33 (5/6) ^a	**

COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA DIETA DE BOVINOS EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO

BOTANICAL COMPOSITION AND NUTRITIONAL VALUE OF DIET CATTLE IN A SHORTGRASS

Daniel Rodríguez¹, Ramón Gutiérrez², Ricardo D. Valdéz³, Francisco G. Echavarría²
Miguel Á. Salas¹, Jairo I. Aguilera¹, Eduardo de Jesús Ruiz¹

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAZ, ²Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, ³Centro Regional Universitario Centro Norte, UACH.

Resumen

Se determinó la composición botánica y el valor nutricional, del ganado bovino en dos sistemas de apacentamiento en un pastizal mediano abierto, en el municipio de Sombrerete, Zac. Se realizó un experimento en el Rancho ganadero “La Copa” con un pastoreo de Corta Duración y en el Rancho ganadero “Don Esteban” con un pastoreo Continuo. Ambos predios cuentan con un Pastizal Mediano Abierto. Los datos fueron sometidos a un Análisis Multivariado de Componentes Principales así como con modelos mixtos, análisis de Varianza de tipo Jerárquico y un análisis factorial. Para composición botánica no se encontraron diferencias significativas entre sitios ($P>0.05$), pero se encontraron diferencias significativas en las épocas asociadas o anidadas dentro del sitio ($P<0.05$). Para valor nutricional, en cuanto a la Proteína cruda hubo diferencias en cuanto a sitio ($P<0.05$), no así en la interacción sitio-época. Para a la Fibra cruda fue diferente en época y la interacción sitio-época ($P<0.05$). No existieron diferencias significativas en cuanto a Materia Seca para los predios ($P>0.05$). Para épocas, existieron diferencias significativas ($P<0.05$), para PC, Fibra ácido detergente (FAD), Fibra neutro detergente (NDF), Cenizas, FND libre de Cenizas, Extracto Etéreo, Energía Metabolizable. No existieron diferencias ($P>0.05$) en cuanto a Enl (Energía neta de lactancia) (Mcal/Kg), Enm (Energía neta de mantenimiento) (Mcal/Kg) y Eng (Energía neta de ganancia) (Mcal/Kg). Los resultados de FAD fueron superiores en relación a los de FDN, para los dos predios en estudio.

Palabras clave: Composición botánica, Valor nutricional y Pastizal Mediano Abierto

Introducción

Existen cuatro grandes componentes que se encuentran íntimamente relacionados entre sí y que se consideran fundamentales para comprender mejor el ganado en apacentamiento y el diseño adecuado de los sistemas de pastoreo del ganado: El comportamiento animal, la selección de la dieta, el consumo voluntario de forraje y la suplementación nutricional. Por lo que resulta de importancia fundamental el conocimiento de la selección, calidad y estimación del consumo voluntario de la dieta del ganado en pastoreo, así como los hábitos del ganado (Chávez *et al.*, 1983) y (Vallentine, 1990).

En base a lo anterior se plantearon los siguientes objetivos de determinar la composición botánica, valor nutricional del ganado bovino en dos sistemas de apacentamiento en un pastizal mediano abierto, en el municipio de Sombrerete, Zacatecas.

Materiales y Métodos

Los predios de estudio están ubicados en la comunidad de Felipe Carrillo Puerto (El Arenal) en Sombrerete, Zacatecas. El primero de ellos es el rancho ganadero “La Copa” donde se lleva a cabo un pastoreo de Corta Duración y el segundo es el rancho ganadero “Don Esteban” se practica un pastoreo continuo ambos predios cuentan con un tipo vegetativo denominado Pastizal Mediano Abierto, COTECOCA, 1980.

En los dos predios se seleccionaron 8 animales adultos manera aleatoria para cada época del año (época de muestreo) y se identificaron con un número con pintura en los costados del animal para efectos de su fácil observación durante cada muestreo. Se muestreó durante cada época la temporada durante cuatro días consecutivos, monitoreando a cada animal durante 5 minutos, observándolo con binoculares registrando el número de mordidas y especies vegetales seleccionadas.

Posteriormente, se simulan las mordidas del animal cortando con la mano las especies que el animal consumió, Stobbs (1973) y Chacón *et al.* (1976).

Los parámetros que se midieron durante el experimento fueron: Composición botánica de la dieta (especies que selecciona el ganado a través año). Análisis proximal o Esquema de Wende y las fracciones de Fibra ácido detergente (FAD) y Fibra neutro detergente (FND) (Van Soest, 1991). Los datos se analizaron por medio de un Análisis Multivariado de Componentes Principales con el paquete Multivariate Statistical Package 3.12 D 2001. Además los datos fueron sometidos a un Análisis de Varianza, adicionalmente se realizó un Análisis de Varianza de tipo Jerárquico, un segundo análisis de los datos para valor nutricional consistió en un análisis factorial 2X4 utilizando el programa SAS. 1992.

Resultados y Discusión

Las primeras diez especies vegetales en orden de preferencia por el ganado bovino en el estudio realizado en los dos predios fueron: *Bouteloua gracilis* (Especie 1), *Bouteloua curtipendula* (Especie 2), *Chloris gayana* (Especie 3), *Dichondra argentea* (Especie 4), *Paspalum notatum* (Especie 5), *Oenotera roseae* (Especie 6), *Sporobolus airoides* (Especie 7), *Salsola kalhii* (Especie 8), *Miichrocloa kunthii* (Especie 9) y *Mulhenberghia spp* (Especie 10). El *Bouteloua gracilis* y *Bouteloua curtipendula*, fueron las especies que mayor cobertura tuvieron tanto en la época de otoño con un 40%, así como en verano con un 18% y en la misma época también estuvieron presentes especies como *Buchloe dactyloides* con un 8%, *Muhlenbergia spp.* con un 9 % y especies anuales con un 16% coincidiendo con los resultados encontrados por Bravo, 2004 y Chávez, 1986.

Al realizar el análisis factorial 2X4, encontramos que, hubo diferencias en cuanto a sitio por efecto de manejo mejorando la calidad del forraje esto se observó en cuanto a

Conclusiones

En el estudio realizado los resultados encontrados en cuanto a valor nutricional, los porcentajes de proteína cruda son muy inferiores a los requerimientos nutricionales de la NRC para bovinos en mantenimiento (8% PC) y 10-14% para producción, encontrando en nuestro estudio en promedio 5%, 7% y 4% de PC, para primavera, otoño e invierno respectivamente para el rancho la Copa y 2.7%, 6.5% y 3%, para primavera, otoño e invierno en el rancho Don Esteban, respectivamente. En los dos predios en estudio solo encontramos niveles superiores al 8 % de proteína cruda durante la época de verano.

Los porcentajes de energía metabolizable son inferiores a los requerimientos nutricionales de la NRC 2.6/3.2 Mcal/kg., ya que nosotros encontramos 1 (Mcal/kg) en verano y 0.9 (Mcal/kg) en Invierno para los dos predios, esto debido a la mala condición del pastizal y a la irregular precipitación pluvial presentada en ese año. La disponibilidad de materia seca en los dos predios fue muy baja en el presente estudio, razón por la cual el consumo de materia seca kg/animal/ día fue muy inferior al estimado por otros autores. Se hace necesario suplementar proteína en los dos predios ganaderos en las épocas de primavera, otoño e invierno y energía durante todo el año primordialmente durante la época de sequía en los dos predios ganaderos alrededor de un 5% por animal por día, en las épocas del año que son deficientes.

Literatura Citada

- COTECOCA.1980. Coeficientes de Agostadero. Zacatecas y Aguascalientes. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Chacon, E., Stobbs, T. H. and R.L. Sandland 1976. Estimation of herbage consumption by grazing cattle using measurement of eating behaviour. J. Brit. Grassland Soc. 31: 81-85.
- Chávez, S. A. H., Fierro, L. C. y Sánchez, G. E. 1983. Composición botánica, preferencia y similaridad de la dieta de bovinos en un pastizal mediano abierto. Bol. Pastizales. RELC-INIP-SARH 1983; XIV: 4-6.
- Multivariate Statistical Package 3.12 D 2001 Kovach Computing Services
- SAS.1992. SAS/STAT Users' Guide. (Release 6.08). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.
- Stobbs T. H. 1973. The effect of plant structure on intake of tropical pastures I. Variation in the bite size of grazing cattle. Austr. J. Agric. Res. 24(6): 809-819.
- Vallentine, J. F. 1990. Grazing Management. San Diego California. USA. 167-184.

ESTIMACIÓN DEL CONSUMO VOLUNTARIO Y HABITOS DE COMPORTAMIENTO DEL GANADO BOVINO EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO

VOLUNTARY ESTIMATED INTAKE HABITS AND BEHAVIOR OF CATTLE IN A SHORTGRASS

Daniel Rodriguez¹, Ramón Gutiérrez², Ricardo D. Valdéz³, Francisco G. Echavarría²
Miguel Á. Salas¹, Jairo I. Aguilera¹, Eduardo de Jesús Ruiz¹

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAZ, ²Campo Experimental Zacatecas-
INIFAP, ³Centro Regional Universitario Centro Norte, UACH.

Resumen

Con el objetivo de determinar la estimación del consumo voluntario y hábitos de comportamiento del ganado bovino en dos sistemas de apacentamiento en un pastizal mediano abierto, en el municipio de Sombrerete, Zac. Se realizó un experimento en el Rancho ganadero “La Copa” con un pastoreo de Corta Duración y en el Rancho ganadero “Don Esteban” con un pastoreo Continuo. Ambos predios cuentan con un Pastizal Mediano Abierto. Los datos fueron sometidos a un Análisis Multivariado de Componentes Principales así como con modelos mixtos, análisis de Varianza de tipo Jerárquico y un análisis factorial. Para consumo voluntario, no se encontraron diferencias significativas entre sitios ($P>0.05$), pero se encontraron diferencias significativas en las épocas asociadas o anidadas dentro del sitio ($P<0.05$). En el Rancho La Copa se encontró un promedio de consumo/ animal durante verano fue de 2.5 kg de MS/ vaca/día y en invierno encontramos un consumo de 2.3 kg de MS/ vaca/día. Para el predio Don Esteban se tuvo un promedio de consumo/animal durante verano de 2.7 kg de MS/ vaca/día, y en invierno fue de 2.3 kg de MS/ vaca/día. En relación a los hábitos de comportamiento del bovino, se encontró en base a la frecuencia de actividades realizadas que lo que más realiza el bovino durante el día es rumiar, pastorear y descansar. El ganado tendió a pastorear más durante la mañana en ambos predios. Para la Rumia los bovinos tendieron a rumiar más en el rancho Don Esteban durante el invierno, no así en el rancho la Copa. El comportamiento de los animales en cuanto a lamerse o rascarse fue similar para los dos predios ($P>.05$).

Palabras clave: Consumo voluntario, Hábitos de comportamiento y Pastizal Mediano Abierto

Introducción

La alimentación del ganado bovino es uno de los factores más importantes, ya que de esto depende en gran parte la producción por unidad animal y la rentabilidad de los sistemas de producción. Los forrajes son la fuente principal de alimentación y son necesarios en la dieta basal, por ello han tomado gran importancia a nivel mundial, reasignando su valor biológico de manera integral a los rumiantes (Vallentine, 1990),(Rzedowski, 2005; Gauthier *et al.*, 2003) y (CONAZA, 1994)

En base a lo anterior se plantearon los siguientes objetivos Estimación del Consumo Voluntario y hábitos de Comportamiento del ganado bovino en dos sistemas de apacentamiento en un pastizal mediano abierto, en el municipio de Sombrerete, Zacatecas.

Materiales y Métodos

Los predios de estudio están ubicados en la comunidad de Felipe Carrillo Puerto (El Arenal) en Sombrerete, Zacatecas. La localización geográfica del sitio de estudio es: LN 23°61'72.1" y LW 103°45'86.9" para los dos predios. El primero de ellos es el rancho ganadero "La Copa" y el segundo es el rancho ganadero "Don Esteban". Ambos predios cuentan con un tipo vegetativo denominado: Pastizal Mediano Abierto. COTECOCA, 1980. El rancho "La Copa" cuenta con una superficie de 400 ha. y lleva a cabo un pastoreo de Corta Duración, El rancho "Don Esteban" cuenta con un pastoreo Continuo. En los dos predios se seleccionaron 8 animales adultos manera aleatoria para cada época del año (época de muestreo) y se identificaron con un número con pintura en los costados del animal para efectos de su fácil observación durante cada muestreo. Se monitoreo a cada animal durante 5 minutos, observándolo con binoculares de forma tal de no perturbar sus hábitos de pastoreo, registrando en una libreta de campo los eventos de: (número de mordidas, especies vegetales seleccionadas, y sus hábitos de comportamiento). Posteriormente, se simularon las mordidas del animal cortando con la mano las especies que el animal consumió en el mismo sitio de pastoreo y depositándolo en bolsas de papel con su identificación correspondiente, Stobbs (1973) y Chacón *et al.* (1976).

Se creó una base de datos para hábitos de comportamiento del animal. Para Consumo Voluntario de Forraje se monitoreó (cantidad de mordidas, peso de las mismas, en el período de muestreo) Stobbs (1973) y Chacón *et al.* (1976). Hábitos de pastoreo, se monitorearon las siguientes actividades de los animales (pastorea, rumia, lame y descansa) Stobbs (1973) y Chacón *et al.* Los datos obtenidos para valor nutricional, composición botánica y consumo se analizaron por medio de un Análisis Multivariado de Componentes Principales con el paquete Multivariate Statistical Package 3.12 D 2001. Además los datos fueron sometidos a un Análisis de Varianza, adicionalmente se realizó un Análisis de Varianza de tipo Jerárquico en el que el primer nivel correspondió a sitios y dentro de sitios se anidó épocas y dentro de épocas se anidó los días de muestreo, este último nivel se eliminó y por lo tanto no se tienen resultados al respecto. Un segundo análisis de los datos para valor nutricional consistió en un análisis factorial 2X4 utilizando el programa SAS. 1992. Para hábitos de pastoreo se analizaron con el programa estadístico NCSS Versión 2001.

Resultados y Discusión

Al realizar el Análisis de Varianza jerárquico para consumo, no se encontraron diferencias significativas entre sitios ($P > .05$), pero se encontraron diferencias significativas en las épocas asociadas o anidadas dentro del sitio ($P < .05$).

Los valores medios mostrados para número de mordidas en el predio la Copa, fueron valores altos para la época de primavera y bajos en la época de invierno, y para el predio Don Esteban, se muestran niveles altos en invierno y bajos en verano. Se encontraron diferencias significativas ($P < .05$) en sitio, más por efecto de manejo, que por pastoreo.

Para los dos análisis realizados podemos observar que son resultados similares a los reportados, al analizarlo por componentes principales, únicamente lo estamos constatando con otra herramienta estadística de análisis de información, como se muestra en la figura 1.

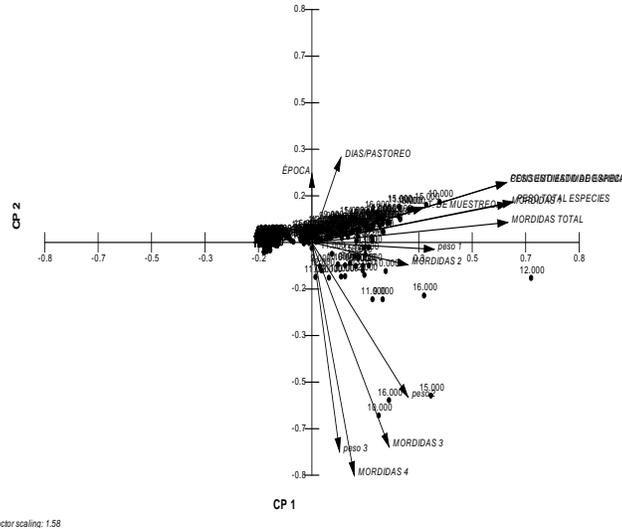


Figura 1. Localización de las variables registradas en un plano bidimensional ortogonal, definido por los componentes principales 1, 2 y 3 (CP1, CP2 y CP3).

La actividad de Pastoreo en las épocas del año en los ranchos “La Copa” y “Don Esteban”, mostrando que la actividad de pastoreo para el rancho La Copa fue de cerca del 70% en verano y en invierno del 20%. Para el rancho Don Esteban fue de alrededor del 10% en el verano y del 85% en invierno.

Aquí podemos ver grandes contrastes en cuanto a esta actividad en los predios en estudio, lo que nos indica que el ganado pastoreó mas en verano en el rancho La Copa, en relación al rancho Don Esteban, debido a que el ganado en el rancho Don Esteban lo ordeñaban por la mañana durante el verano y le ofrecían alimento durante el ordeño y posterior al ordeño salían a pastorear, es la razón por la cual esta actividad fue significativamente menor en relación al predio de La Copa. La ordeña no se llevó a efecto durante el invierno, por lo que se ve reflejado en una mayor actividad en el pastoreo del ganado para el rancho Don Esteban.

Para los dos predios, durante las horas de muestreo y tomado en cuenta los predios ganaderos, la tendencia fue similar a la mostrada en el pastoreo a través de las épocas del año en los dos predios, ya que el pastoreo tendió a incrementarse a partir de las 10 hs. y hasta las 16 hs. Tal como lo mencionan (Prescott *et al*, 1994), (Belovsky, 1997) y (Jarrige, 1989).

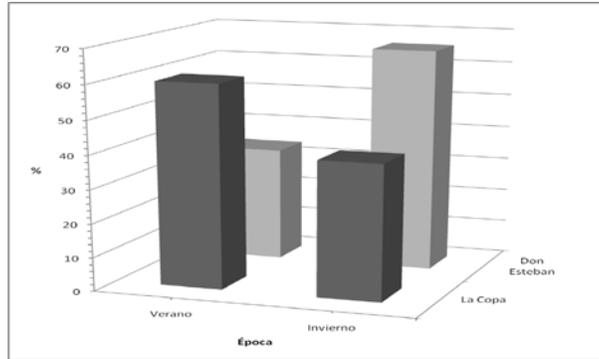


Figura 2. Frecuencia de la actividad de Rumiar en las épocas del año en los ranchos “La Copa” y “Don Esteban”

En la Figura 2, se muestra la frecuencia de Rumiar, siendo para el rancho La Copa en verano del 55% y en invierno del 30%. Par el rancho Don Esteban esta actividad representó el 30% en verano y el 62% en invierno.

Conclusiones

Las actividades que los bovinos realizan con mayor frecuencia durante el día son rumiar, pastorear y descansar.

En el Rancho La Copa hay menos disponibilidad de plantas forrajeras durante Otoño e Invierno en relación al Rancho Don Esteban; sin embargo, la disponibilidad de forraje es limitado en ambos. En otras palabras, los efectos del sobrepastoreo son manifiestos en ambos predios.

Literatura Citada

- Belovsky, G. E. 1997. Optimal foraging and community structure: The allometry of herbivore food selection and competition. *Evol. Ecol. Netherlands* 11(6):641- 672.
- CONAZA.1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México (PACD-MÉXICO) Comisión Nacional de Zonas Áridas. Secretaría de Desarrollo Rural. Saltillo, Coah., México. 3-6.
- Chacon, E., Stobbs, T. H. and R.L. Sandland 1976. Estimation of herbage consumption by garzing cattle using measurement of eating behaviour. *J. Brit. Grassland Soc.* 31: 81-85.
- Gauthier, D. A., Lafón, A., Toombs, T. P. and Wiken, E. 2003. Grasslands: Toward a North American Conservation Strategy. Co-Publisher by: Comission for Enviromental Cooperation & Canadian Plains Research Center University of Regina. P 23-28.
- Jarrige, R. 1989. Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Nice (France), 4-11. October 1989. French Grassland Society. Pp. 789-790.
- Multivariate Statistical Package 3.12 D 2001 Kovach Computing Services
- National Research Council. 2002. Predicting Feed Intake of Food – Producing Animals. National academic Press. 60-74.
- NCSS Number Cruncher Statistical Systems. 2001. Hintze. Kaysville, Utah.
- Prescott, M.L., Havstad, K.M., Olson, K.M., Ayers, K.M. and M.K. Petersen.1994. Grazing behavior of free-ranging beef cows to initial and prolonged exposure to fluctuating thermal environments. *Applied Animal Behaviour.* Vol.39. Issue 2. 103-113.
- SAS.1992. SAS/STAT Users' Guide. (Release 6.08). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc
- Stobbs T. H. 1973.The effect of plant srtructure on intake of tropical pastures I. Variation in the bite size of grazing cattle. *Austr. J. Agric. Res.* 24(6): 809-819.
- Vallentine, J. F. 1990. Grazing Management. San Diego California. USA. 167-184.

EFFECTO DEL USO DE ZEOLITA SOBRE EL CONTENIDO DE NITRÓGENO AMONIAL (NH_4) Y PRESENCIA DE MOSCAS EN EXCRETAS DE GANADO BOVINO DE CARNE EN MORELOS, ZAC, MEXICO

USE OF ZEOLITE EFFECT ON AMMONIUM NITROGEN (NH_4) CONTENTS AND PRESENCE OF FLIES IN BEEF CATTLE EXCRETA IN ATOLINGA, ZAC. MEXICO

Rubio AFA*¹ Echavarría CH. F.G.¹

¹*Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Correo: rubio.francisco@inifap.gob.mx.*

Resumen

Las zeolitas naturales son aluminosilicatos cuya estructura forma cavidades ocupadas por iones grandes y moléculas de agua con gran libertad de movimiento que permiten el intercambio iónico y la deshidratación reversible, en base a estas propiedades, están siendo usadas como desodorante ambiental para tratar heces fecales debido a su capacidad para capturar nitrógeno amoniacal y evitar la volatilización del amoniaco, además reducen olores y la proliferación de insectos indeseables. El objetivo fue conocer si la adición de zeolita tipo clinoptilolita a heces de ganado bovino podría afectar el contenido de nitrógeno amoniacal y la presencia de moscas. La prueba fue realizada con excretas frescas provenientes de la Unidad de producción ganadera “San Andrés”, dedicada al desarrollo y engorda de vacas y toretes, ubicada en Morelos, Zac. La recolección fue a las 7:45 a.m., los días 14, 15 y 16 de julio del año 2010, escogiendo al azar a diario 11 bostas, de un total de 22 animales existentes en el corral bajo estudio. Tomando en cuenta el contenido de nitrógeno amoniacal (NH_4), a los 15 meses después de la aplicación de zeolita a las heces, se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) cuando fueron aplicados 250 g de zeolita a 1000 g de excretas frescas, reteniendo un 61.5 % más de nitrógeno amoniacal, respecto al tratamiento sin el mineral. En cuanto a la presencia de moscas, se encontró que con la aplicación de zeolita hubo una media de 2.2 moscas/muestra, mientras que donde no fue aplicado el producto, se posaron 7.3 moscas por muestra.

Palabras clave: Zeolita, nitrógeno amoniacal, excretas, bovino, moscas.

Introducción

Las zeolitas naturales son aluminosilicatos cuya estructura forma cavidades ocupadas por iones grandes y moléculas de agua con gran libertad de movimiento que permiten el intercambio iónico y la deshidratación reversible (Bosch y Schifter 1988). En particular, la zeolita natural clinoptilolita es un aluminosilicato hidratado que tiene una estructura cristalina tridimensional micro porosa y es una de las zeolitas sedimentarias más abundantes en las zonas volcánicas de México (Vizcaíno, 1988). En base a estas propiedades, están siendo usadas en varias partes del mundo como desodorante ambiental para tratar heces fecales debido a su capacidad para capturar nitrógeno amoniacal y evitar la volatilización del amoniaco (Kitome, 1998; Lefcourt and Meisinger, 2001; Ganrot, 2005; Leung *et al*, 2006; Bahaallddin, 2010; Lon Wo y Col., 2010), además absorben entre el 30 y 60% de su peso en

agua, lo cual reduce olores y la proliferación de insectos indeseables. La biomasa en forma de heces y orina excretada por los rumiantes en los sistemas ganaderos, ha jugado un importante rol en la sostenibilidad de la fertilidad de los suelos, en donde se ha integrado la ganadería con la producción de cultivos. En las áreas de pastoreo extensivo, así como en los corrales de ordeña y engorda, la materia fecal y la orina forman un solo tipo de residuo, llamado estiércol. Entre el 80 y 90% del nitrógeno consumido en el alimento por el ganado bovino de carne es excretado en las heces y la orina (Cole *et al.*, 2007). En una de las más recientes revisiones sobre las emisiones de amonio al ambiente realizada por Hristov *et al.* (2011) mencionan que las pérdidas diarias de nitrógeno amoniacal en heces de ganado lechero y de carne, oscilan en promedio en 25 a 50% del nitrógeno excretado. El objetivo fue conocer si la adición de zeolita tipo clinoptilolita a heces de ganado bovino podría afectar el contenido de nitrógeno amoniacal y la presencia de moscas.

Materiales y Métodos

La prueba fue realizada recolectando excretas frescas en la Unidad de producción ganadera “San Andrés”, dedicada al desarrollo y engorda de vacas y toretes, ubicado a 22° 52.350' latitud N, 102° 36.549' longitud W, a 2223 msnm, en la localidad de Morelos, Zac. La recolección se llevó a cabo a las 7:45 a.m., durante los días 14, 15 y 16 de julio del año 2010, escogiendo al azar a diario 11 bostas, de un total de 22 animales existentes en el corral bajo estudio. Las muestras fueron colocadas en un recipiente de plástico y trasladadas a las instalaciones del Campo Experimental Zacatecas - INIFAP, en donde fueron mezcladas de manera uniforme con un trozo de madera; después de esto, por triplicado se pesaron 1000 g, y a cada una se le agregaron por una sola ocasión 250 g de zeolita en polvo molida a un tamaño de malla 16 (1.19 mm o menos); al tratamiento testigo, también por triplicado, le fueron agregados 250 g de bosta (en vez de zeolita) la cual se mezcló durante el mismo tiempo que el primer tratamiento. Después de esto, cada unidad experimental fue extendida en sacos de nylon para su deshidratación a temperatura ambiente, continuando así hasta obtener un peso constante. Posteriormente, 300 g de cada muestra fueron pasadas por un molino tipo Willey en una malla de 1.0 mm, y colocadas de nuevo en sus respectivas bolsas. Después de 15 meses de almacén a temperatura ambiente bajo techo, las muestras fueron enviadas al laboratorio del CENID-RASPA del INIFAP, ubicado en Gómez Palacio, Dgo., en donde les fue determinado el contenido de nitrógeno amoniacal (NH₄) en mg/kg, por la técnica de Destilación directa de la muestra del medio alcalino. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza bajo un diseño experimental completamente al azar, agrupado en un arreglo factorial 3x2 con tres repeticiones/tratamiento. El factor A, correspondió al tiempo de recolección: A1: Día 1, A2: Día 2 y A3: Día 3 y el factor B, correspondió al tipo de agregado: B1: Con zeolita y B2: Sin zeolita. La comparación de medias fue con la prueba Tukey al 0.01 de significancia.

Presencia de moscas.

Esta actividad se llevó a cabo para conocer si las heces frescas tratadas o no con zeolita tenían influencia sobre la atracción de mosca doméstica. La observación se hizo en las muestras de heces obtenidas el día 16 de julio del 2010, dejando pasar cinco horas posteriores a su recolección, para lo cual en las seis unidades experimentales extendidas al azar en sacos de nylon, se contabilizó la cantidad de moscas que se posaba en cada muestra. La prueba fue realizando en suma cinco conteos, a intervalos de tiempo de cada 10 minutos entre cada uno.

Los tratamientos fueron: T1: Con zeolita y T2: Testigo sin zeolita, con tres replicas cada uno. Los datos fueron analizados mediante comparación de medias con muestras independientes, usando la prueba de “t” Student al 0.01 del nivel de significancia.

Resultados y Discusión

Contenido de nitrógeno amoniacal en excretas

Considerando el factor A, no se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0.01$) en los contenidos de nitrógeno amoniacal durante los tres días de la recolección; en cambio hubo diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en el factor B, encontrando que cuando se aplicaron 250 g de zeolita (25% de zeolita a estiércol fresco), hubo 61.5 % mas nitrógeno amoniacal capturado 15 meses después en relación al no uso del mineral (Cuadro 1), los datos coinciden con diversos estudios sobre la adición de zeolitas a excretas y sus efectos sobre una mayor retención de nutrientes en varias latitudes (Kitome, 1998; McDonald y Abiola, 2006 y Lim *et al* 2009).

Cuadro 1. Nitrógeno amoniacal (NH₄) mg/kg encontrado 15 meses después de una sola aplicación de zeolita a heces de ganado bovino de engorda en Morelos, Zac. CEZAC-INIFAP.

Factores		Nitrógeno amoniacal (NH₄) mg/kg
Factor A	A1: Día 1	173.93 a
	A2: Día 2	127.27 a
	A3: Día 3	131.51 a
Factor B	T1: Con zeolita	178.18 a
	T2: Sin zeolita	110.30 b
C.V. 31.9%		

Resultados de conteo de moscas

Se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre tratamientos (Cuadro 2), con la aplicación de zeolita hubo una media de 2.2 moscas/muestra, mientras que donde no fue aplicada se posaron 7.3 moscas por muestra (tres veces más individuos); lo anterior se debe a que la zeolita al evitar la volatilización del amoniaco al ambiente, indirectamente disminuye malos olores (Lon-Wo y Col., 2010), lo que hace menos atractivas para las moscas las muestras donde se aplicó el mineral.

Cuadro 2. Número de moscas presentes por muestra con y sin zeolita en heces de ganado bovino de engorda en Morelos, Zac. 16 julio 2010. CEZAC-INIFAP.

Tratamiento	Rep/Eventos	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	X±d.s.
T1: Con zeolita	1	2	1	0	4	3	2.0±1.58
	2	3	2	0	3	1	1.8±1.3
	3	4	1	2	2	5	2.8±1.6
Media							2.2 a
T2: Sin zeolita	1	8	6	4	12	6	7.2±3.0
	2	5	5	11	8	5	6.8±2.68
	3	7	8	7	9	9	8.0±1.00
Media							7.3 b

Conclusiones

Se observó que la zeolita capturó y conservó una mayor cantidad de nitrógeno amoniacal en relación al no uso de zeolita, después de 15 meses de almacenamiento. La aplicación de harina de rocas en base a zeolita en excretas frescas en relación 4:1 (bosta fresca : polvo de zeolita) disminuye más de tres veces la presencia de moscas. Se sugiere realizar pruebas para determinar número de huevecillos o larvas de moscas con y sin aplicación de zeolita en heces por espacios de tiempo prolongados.

Literatura Citada

- Bahaalddin A.D. 2010. Ammonium and lead exchange in clinoptilolite zeolite column. Thesis for the degree of Master of Science. Chemical Engineering Department, Middle East Technical University. 152 p. <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12612803/index.pdf>.
- Bosch P. e I. Schifter. 1988. La zeolita, una piedra que hierve. Fondo de Cultura Económica, S. A. de C. V. México, D.F. p. 57.
- Cole N.A., R.W. Todd and D.B. Parker. 2007. Use of fat and zeolite to reduce Ammonia emissions from beef cattle feedyards. USDA-ARS-CPRL. Bushland, Tx. In: International Symposium on Air Quality and Waste Management for Agriculture. ASABE Publication Number 701P0907 cd.
- Ganrot Z. 2005. Urine processing for efficient nutrient recovery and reuse in agriculture. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy. Department of Environmental Science and Conservation. Faculty of Science Göteborg University. Göteborg, Sweden.
- Hristov A.N., M. Hanigan, A. Cole, R. Todd, T.A. McAllister, P.M. Ndegwa and A. Rotz. 2011. Review: Ammonia emissions from dairy farms and beef feedlots. Can. J. Anim. Sci. 91: 1-35. doi:10.4141/CJAS10034.
- Kitome M. 1998. Reducing nitrogen losses during composting of poultry manure using the natural zeolite clinoptilolite. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy. The University of British Columbia.
- Lefcourt A. M., and J.J. Meisinger. 2001. Effect of adding alum or zeolite to dairy slurry on ammonia volatilization and chemical composition. J. Dairy Sci. 84:1814-1821.
- Leung S., S. Barringtona, Y. Wana, X. Zhaob and B. El-Husseinic. 2006. Zeolite (clinoptilolite) as feed additive to reduce manure mineral content. Bioresource Technology. Volume 98, Issue 17, P. 3309–3316.
- Lim, S.S., Lee, D.S., Lee, S.I., Park, H.J., Kwak, J.H. and Choi, W.J. 2009. Reduction of Ammonia Volatilization and Nitrogen Loss by Addition of Zeolite and Phospho-Gypsum to Cattle Manure Mixed with Rice Hull and Sawdust as Bedding Materials. The 9th International Conference of the East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies. Seoul, Korea. 434-435 p. http://210.101.116.28/W_kiss3/09404554_pv.pdf.
- Lon-Wo, E., A. Acosta y M. Cárdenas. 2010. Efecto de la zeolita natural (Clinoptilolita) en la dieta de la gallina ponedora. Su influencia en la liberación de amoníaco por las deyecciones. Revista Cubana de Ciencia

2da Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción-2012
Mesa de Trabajo: Rumiantes Mayores

- Agrícola Tomo 44, No. 4. [en línea] vol. 44 [citado 2012-06-08]. Disponible en Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=193017783010>. ISSN 0034-7485.
- McDonald T. and Abiola, A. 2006. On-Farm Demonstration of the Use of Compost Amendments for Mitigation of Greenhouse Gas Production. Final report. Olds College School of Innovation Olds, Alberta. 27 p. http://www.jpccs.on.ca/biodiversity/ghg/project_reports/GHGMP_Report_OCSI_Composting.pdf.
- Vizcaíno R.B.E. 1988. Identificación y caracterización de la zeolita natural tipo clinoptilolita. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. p. 72. <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020124779.PDF>.

Reconocimiento: Este trabajo fue realizado dentro de las actividades comprometidas dentro del proyecto titulado: “Validación de tecnologías para conservar y mejorar las condiciones productivas de los agostaderos de uso común en el Estado de Zacatecas”, Clave: Folio 32-2009-1973, No. PRECI: 127-7539M, financiado dentro del Programa Soporte 2009, a través de Fundación Produce Zacatecas A.C., por la SAGARPA y SEDAGRO a favor de los integrantes de los GGAVATT del estado de Zacatecas.

Agradecimientos: Se agradece al Sr. **Luis Guerrero Medina**, propietario de la Unidad ganadera “San Andrés”, ubicada en Morelos, Zac., quien amablemente permitió obtener las excretas.

EFFECTO DEL USO DE ZEOLITA SOBRE EL CONTENIDO DE NITRÓGENO INORGÁNICO Y pH EN EXCRETAS DE GANADO BOVINO DE ENGORDA EN ATOLINGA, ZAC

ZEOLITE EFFECT ON NITROGEN INORGANIC AND pH CONTENTS IN BEEF CATTLE FEACES IN ATOLINGA, ZAC. MEXICO

Rubio AFA*¹ Echavarría CH. F.G.¹ y V. A. Castañeda O.².

¹Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Correo: frubio@zacatecas.inifap.gob.mx; rubio.francisco@inifap.gob.mx. ²GGAVATT "Atolinga".

Resumen

El objetivo fue conocer si la aplicación de zeolita tipo clinoptilolita a heces de ganado bovino o su consumo directo, modifican el contenido de nitrógeno inorgánico y el pH después de seis meses de almacén. El estudio fue llevado a cabo en un predio dedicado a la engorda y compra-venta de vacas y toretes, ubicado en Atolinga, Zac. El trabajo en corral, tuvo una duración de 12 días, llevado a cabo del 19 al 30 de abril del año 2011. Los resultados en base al nitrógeno inorgánico indican diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) seis meses después entre el uso y no de zeolita, ya que con aplicaciones directamente al piso del corral de 260 g de zeolita /día, durante 12 días consecutivos se lograron obtener 454.52 mg/kg de nitrógeno inorgánico, en cambio cuando se ofertó el mineral en la dieta alimenticia al 2%, se logró obtener 355.4 mg/kg, mientras que no usando zeolita, las muestras contenían 235.05 mg/kg; los datos anteriores indican que para el primer caso se logro retener cerca del 90% de nitrógeno y para el segundo caso se logró capturar mas del 50% de este elemento, en relación a la no utilización de zeolita. Respecto al pH, se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre el uso y no uso de zeolita.

Palabras clave: Zeolita, excretas, bovino, nitrógeno, pH.

Introducción

Las zeolitas naturales son aluminosilicatos cuya estructura forma cavidades ocupadas por iones grandes y moléculas de agua con gran libertad de movimiento que permiten el intercambio iónico y la deshidratación reversible (Bosch y Schifter 1988). En base a estas propiedades, están siendo usadas en varias partes del mundo como desodorante ambiental para tratar heces fecales debido a su capacidad para capturar nitrógeno amoniacal y evitar la volatilización del amoniaco (Lefcourt and Meisinger, 2001; Leung *et al*, 2006; Bahaalldin, 2010; Lon Wo y Col., 2010; Hristov *et al*. 2011). La biomasa en forma de heces y orina excretada por los rumiantes en los sistemas ganaderos, ha jugado un importante rol en la sostenibilidad de la fertilidad de los suelos, en donde se ha integrado la ganadería con la producción de cultivos. Entre el 80 y 90% del nitrógeno consumido en el alimento por el ganado bovino de carne es excretado en las heces y la orina (Cole *et al.*, 2007). Un vacuno excreta por día alrededor del 5 al 6% de su peso vivo, en un novillo de 400 kg de peso vivo sería alrededor de 20 a 25 kg diarios de estiércol fresco, dado su porcentaje de humedad del 80

- 85%, finalmente serían unos 3 kg diarios de residuo sólido por animal, en promedio, que se eliminarían al corral. Un 69% del nitrógeno del ganado bovino se encuentra en forma de urea urinaria (Bristow *et al.*, 1992), el cual se convierte en amonio y finalmente va a la atmósfera como amoníaco, contaminando el ambiente. El objetivo fue conocer si la aplicación de zeolita tipo clinoptilolita a heces de ganado bovino o su consumo directo, modifican el contenido de nitrógeno inorgánico y el pH después de seis meses de almacén.

Materiales y Métodos

El estudio fue llevado a cabo en una Unidad de producción ganadera dedicada a la engorda de vacas y toretes, ubicada a 21° 48.32' latitud N, 103° 28.064' longitud W, a 2037 msnm, en la localidad de Atolinga, Zac. El estudio en campo, tuvo una duración de 12 días y fue llevado a acabo del 19 al 30 de abril del año 2011, en ganado bovino de las razas: Suizo, Charoláis y Simmental, con encaste de cebú, con una dieta alimenticia en base a: pastura de maíz molido junto con todo y mazorca (58-60%); grano de maíz molido (25%); pollinaza (10%) y alimento concentrado al 14% de proteína cruda (5%). Los tratamientos fueron: T1: aplicación de 260 g de zeolita/m² directamente al piso del corral; T2: oferta de 2.0% de zeolita revuelta con la dieta alimenticia del ganado y T3: testigo sin zeolita. El T1, se llevó a cabo en un corral de 150m², en donde hubo 25 animales de un rango de peso de 300 a 500 kg; el T2, se llevó a cabo en otro corral vecino al T1, en donde había ganado en condiciones similares de dieta y raza, al cual se le ofertó un 2% de zeolita en mezcla con el alimento y el T3, fueron las heces recolectadas de ambos corrales antes de comenzar a usar la zeolita. Para los T1 y T2, se colectaron cinco muestras de excretas por tratamiento al final del estudio, de un peso promedio de 1.0 kg cada una; para el T3, se recolectaron seis muestras. Las heces fueron depositadas por separado en sacos de nylon, y se deshidrataron a temperatura ambiente. Posteriormente, de cada una de las muestras fue escogida al azar una sub-muestra de 300 g, las cuales fueron pasadas por molino tipo Willey en una malla de 1.0 mm. Seis meses después de la recolección en campo, las muestras fueron enviadas al laboratorio de Suelos del Campo Experimental Zacatecas - INIFAP, en donde se les determinó la cantidad de nitrógeno inorgánico en mg/kg, mediante la técnica del Micro-Kjeldahl y el pH por el método electrométrico (1:6 agua). Los resultados fueron sometidos a un ANVA bajo un Diseño experimental completamente al azar con diferente número de repeticiones/tratamiento. La comparación de medias fue con la prueba DMS al 0.01 de significancia. La fórmula aproximada de la zeolita utilizada en el estudio y proporcionada por la Empresa “Semillas El Gallito”, ubicada en Fresnillo, Zac., fue: (Na₄K₄)(Al₈Si₄₀O₉₆).24H₂O clinoptilolita, siendo la composición físico-química como sigue: tamaño de poro de 3.55-9.45 angstroms; color blanco pálido grisáceo; densidad 0.75 g/cm³; absorción de agua (g/100 g) de 30%; conductividad eléctrica de 2.23 mS/cm; capacidad de intercambio iónico de 130 a 150 g en 100 ml de solución; SiO₂, 77.1%; Al₂O₃ 11.93%; CaO 2.80%; MgO 1.2%; K₂O 0.69%; Fe₂O₃ 2.29%; pérdida por ignición 5.7 y pH 8.1.

Resultados y Discusión

Contenido de nitrógeno inorgánico y pH. En base al contenido nitrógeno inorgánico, se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre el uso y no uso de zeolita



(Cuadro 1), encontrando que con la aplicación directamente al piso del corral (T1), se capturo cerca del 90% de nitrógeno, seguido de la oferta de zeolita al 2% en la dieta alimenticia (T2), en donde se logró capturar mas del 50% de este elemento en relación a la no utilización de zeolita. Los datos concuerdan con Lefcourt y Meisinger (2001) quienes reportan que la adición de 6,25% zeolita, o 2,5% de alumbre a purines de ganado lechero, se reducen las emisiones de amoniaco en un 50 y un 60%, respectivamente. En una prueba de laboratorio

usando heces de ganado de carne (Cole *et al.*, 2007), reportan que la adición de 3% de grasa +1% de zeolita o 3% de grasa +2% de zeolita, reducen las perdidas de amoniaco de un 51 a 86%. Respecto al uso de zeolita en la dieta, los datos concuerdan con los obtenidos por Lon-Wo y col. (2010) quienes al usar el 3.0% de zeolita en la dieta de gallinas ponedoras lograron retener 1.19 mg/g de N-NH₃, en comparación al no uso de zeolita donde retuvieron solo 0.69 mg/g de N-NH₃.

En cuanto al pH, se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre el uso y no uso de zeolita (Cuadro 1), en donde se obtuvieron valores de 8.8, 8.6 y 8.2, para los T2, T1 y T3, respectivamente, lo cual fue debido probablemente a que la zeolita utilizada contenía 8.1 de pH (material alcalino), tal situación tiene un gran significado para ser usada en el suroeste del estado de Zacatecas en donde existen problemas con suelos ácidos.

Cuadro 1. Nitrógeno inorgánico (mg/kg) y pH, seis meses después de haber aplicado zeolita a excretas y/o dieta alimenticia de ganado bovino de engorda en Atolinga, Zac. CEZAC-INIFAP.

Tratamientos	Nitrógeno inorgánico mg/kg	pH
T1: Con 260 g diarios de zeolita/m ² directamente al piso del corral	454.5 a	8.60 a
T2: Zeolita al 2% de la dieta al ganado	355.4 ab	8.88 a
T1: Sin zeolita	235.0 b	8.20 b
C.V. (%)	20.8	2.3

El lugar de las vacas en la economía verde. Considerando la actual crisis alimentaria que sufre México, con la importación de carne, leche y granos básicos, es imperativo resaltar el aporte de nutrientes que hace el ganado bovino para la producción de fertilizantes orgánicos en base a sus excretas; al tomar en cuenta que una vaca adulta (León y Col., 2008) conlleva en las heces y orina en promedio 451.5 g/día de nitrógeno, al año se acumularían un total de 164.79

kg, y si el precio en el mercado de nitrógeno en base al fertilizante urea es de \$16.7/kg, una vaca oferta anualmente \$2751.9 en forma de nitrógeno; en el caso del fósforo los mismos autores reportan que una vaca excreta 92.39 g/día, al año serían 33.72 kg y si el precio de este elemento en base al fertilizante superfosfato de calcio triple es de \$14.7/kg, una vaca ofertaría al año \$495.68 en forma de fósforo, que al sumar ambos elementos minerales, desde el punto de vista económico un bovino adulto estaría aportando anualmente la cantidad de \$3,247.5 pesos (sin contar la cría). Si además de esos dos importantes nutrientes tan necesarios para la producción de alimentos, se pusiera valor económico al resto de otros minerales que contiene el estiércol como: el potasio, magnesio, calcio, azufre, boro, cloro, cobalto, hierro, manganeso, molibdeno y zinc, y otros elementos trazas incluyendo al grupo de los lantánidos o tierras raras; se aquilataría de manera real la importancia que la cría de ganado representa para la producción de alimentos en forma ecológica para nuestro país. En base a esta información, y considerando la crisis energética que eleva día a día el precio de los fertilizantes de síntesis, no solo será necesario conservar e incrementar los elementos antes citados en base al uso estiércoles y zeolitas como lo han reportado (Khodaeijoghan *et al*, 2010; Mokhtariniya and Siadat, 2011; Yolcu *et al* 2011); sino que además, se tendrá que hacer uso de diseños para la recolección de orina y heces, para finalmente dichas excretas puedan ser utilizadas para volver la fertilidad de los suelos agrícolas con severo deterioro a nivel mundial, y en particular en Zacatecas y lograr alimentar de manera sana (sin la dependencia de los fertilizantes de origen industrial), a una población en creciente aumento.

Conclusiones

El uso de zeolita clinoptilolita espolvoreada al piso de corral o suministrada junto con la dieta alimenticia del ganado, capturó y conservó una mayor cantidad de nitrógeno amoniacal y elevó el contenido de pH. Se sugiere continuar las investigaciones para conocer el uso de zeolita en libre pastoreo.

Literatura Citada

- Bahaallddin A.D. 2010. Ammonium and lead exchange in clinoptilolite zeolite column. Thesis for the degree of Master of Science. Chemical Engineering Department, Middle East Technical University. 152 p. <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12612803/index.pdf>.
- Bosch P. e I. Schifter. 1988. La zeolita, una piedra que hierve. Fondo de Cultura Económica, S. A. de C. V. México, D.F. p. 57.
- Bristow A. W., D.C. Whitehead, and J.E. Cockburn. 1992. Nitrogenous constituents in the urine of cattle, sheep and goats. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59: 387–394. doi: 10.1002/jsfa.2740590316.
- Cole N.A., R.W. Todd and D.B. Parker. 2007. Use of fat and zeolite to reduce Ammonia emissions from beef cattle feedyards. USDA-ARS-CPRL. Bushland, Tx. In: *International Symposium on Air Quality and Waste Management for Agriculture*. ASABE Publication Number 701P0907 cd.
- Hristov A.N., M. Hanigan, A. Cole, R. Todd, T.A. McAllister, P.M. Ndegwa and A. Rotz. 2011. Review: Ammonia emissions from dairy farms and beef feedlots. *Can. J. Anim. Sci.* 91: 1-35. doi:10.4141/CJAS10034.
- Khodaeijoghan A., Ghalavand A., Aghaalikhani M., gholamhoseini M. and Dolatabadian A. 2010. Comparison among different integrated nutrition management for soil micro and macro elements after winter wheat harvesting and yield. *Notulae Scientia Biologicae*: 2(2) 107-111 p.
- Lefcourt A. M., and J.J. Meisinger. 2001. Effect of adding alum or zeolite to dairy slurry on ammonia volatilization and chemical composition. *J. Dairy Sci.* 84:1814-1821.

- León J.M., J. E. Mojica, E. Castro, E. A. Cárdenas, M. L. Pabón y J. E. Carulla. 2008. Balance de nitrógeno y fósforo de vacas lecheras en pastoreo con diferentes ofertas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa*). *Rev. Colombiana de Ciencias Pecurias*; 21:559-570 p.
- Leung S., S. Barringtona, Y. Wana, X. Zhaob and B. El-Husseinic. 2006. Zeolite (clinoptilolite) as feed additive to reduce manure mineral content. *Bioresource Technology*. Volume 98, Issue 17, P. 3309–3316.
- Lon-Wo, E., A. Acosta y M. Cárdenas (2010). Efecto de la zeolita natural (Clinoptilolita) en la dieta de la gallina ponedora. Su influencia en la liberación de amoníaco por las deyecciones. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* Tomo 44, No. 4. [en línea] vol. 44 [citado 2012-06-08]. Disponible en Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=193017783010>. ISSN 0034-7485.
- Mokhtariniya S. and Siadat A.T. 2011. The study of using zeolite integrated with sheep manure before composting in reducing the consumption of chemical fertilizer in corn cultivation in light textured soils in Khuzestan, Iran. *American Journal of Scientific Research*: 32. 90-97 p. <http://www.eurojournals.com/ajsr.htm>.
- Yolcu H., Seker H., Gullap M.K., Lithourgidis A and Gunes A. 2011. Application of cattle manure, zeolite and leonardite improves hay yield and quality of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) under semiarid conditions. *Australian Journal Crops Since*. 5(8):926-931 p.

Reconocimiento: Este trabajo fue realizado dentro de las actividades comprometidas dentro del proyecto titulado: “Validación de tecnologías para conservar y mejorar las condiciones productivas de los agostaderos de uso común en el Estado de Zacatecas”, Clave: Folio 32-2009-1973, No. PRECI: 127-7539M, financiado dentro del Programa Soporte 2009, a través de Fundación Produce Zacatecas A.C., por la SAGARPA y SEDAGRO a favor de los integrantes de los GGAVATT del estado de Zacatecas.

CONTROL DE ENFERMEDADES ENTÉRICAS USANDO PROBIÓTICOS EN BECERRAS LACTANTES

CONTROL USING PROBIOTIC OF ENTERIC DISEASE IN SUCKLING CALVES

Gustavo Tirado-Estrada¹, Ignacio Mejía¹, Juan C. Mora¹, Francisco Nieto¹, Rubén Larios².

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación-Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, ²CBTA No.61 Calvillo, Ags.

Resumen

Se evaluaron dos probióticos comerciales **Gold Spike**TM (probiótico A) y **Calf Gold**TM (probiótico B) en becerras lactantes. En protocolo 1, se aplicó el probiótico a dosis de 3 g/ternera/día, los primeros 15 días de vida, a un grupo de becerras (tratamiento) mientras que otro grupo se usó como control. Las variables que se evaluaron fueron: morbilidad, mortalidad, sanas, tratamientos, reincidentes y días con diarrea. No se observaron mejoras en dichas variables con la aplicación del probiótico A. En el protocolo 2, se utilizaron los probióticos A y B a una dosis de 6 g cada uno con dos variantes: a 15 días de edad y de 16-30 días de edad. A 15 días de edad se observó una reducción del 40.5 % en morbilidad (P<0.01). En mortalidad hubo una disminución del 76 % (P=0.079) y, en sanas se obtuvo un aumento del 43.9 % (P<0.01). Entre el día 16 al 30 de vida de las terneras, los resultados indican que la morbilidad se redujo en un 30 % (P<0.05), la mortalidad tuvo una reducción del 28 %, aunque no fue significativa (P>0.05); sanas mostró un aumento del 31.9 % (P<0.01) y las variables reincidentes se redujeron en 72.5 % para el periodo de 16-30 días de vida de las terneras. Se concluye que el uso de probióticos, son efectivos para el control de problemas entéricos y para reducir variables relacionadas con morbilidad y mortalidad.

Palabras clave: probióticos, becerras lactantes, enfermedades entéricas

Introducción

A través de la evolución, los microorganismos han desarrollado distintas estrategias para competir por nutrientes en su medio ambiente. Por ejemplo algunos han mejorado sus sistemas de quimiotaxis y otros han elaborado compuestos antimicrobianos para inhibir a otros miembros del ambiente. Diversas son las sustancias antagónicas que los microorganismos producen para dominar su hábitat, desde los antibióticos de amplio espectro, productos del metabolismo como ácidos orgánicos, moléculas quelantes de hierro (sideróforos) y bacteriocinas (Monroy *et al.*, 2009). Una forma de actuar de los probióticos para lograr alcanzar un buen estado de salud del animal, es a través de la resistencia otorgada contra la invasión de microorganismos patógenos. Las bacterias probióticas más utilizadas para el consumo humano y animal son principalmente las llamadas bacterias ácido lácticas, que incluyen a las siguientes: *Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. delbrueckii* spp *bulgaricus*, *L. fermentum*, *L. reuteri*, *Lactococcus*, entre otras (Dolz, 2008 y Amores *et al.*, 2004). La eliminación del uso indiscriminado de antibióticos en explotaciones ganaderas es un área de investigación en la actualidad para evitar el riesgo de aparición de bacterias resistentes que tengan impacto en la salud del humano (Bhandari

et al., 2008). Es necesario evaluar la eficiencia del uso de alternativas para disminuir enfermedades entéricas evitando el uso indiscriminado de antibióticos. En el presente estudio se evaluó el efecto del uso de probióticos y manano oligosacáridos, sobre la incidencia de diarreas en los primeros 30 días de vida en beceras lactantes en un establo comercial en San Francisco de los Romo, Aguascalientes.

Materiales y Métodos

El trabajo de campo se lleva a cabo en el rancho el Gigante ubicado en la carretera Aguascalientes No. 18, San Francisco de Los Romo, municipio de San Francisco de los Romo, Aguascalientes. Este rancho geográficamente se encuentra en las siguientes coordenadas latitud norte: 22° 04'07.2" y longitud oeste: 102° 17'28.7", en el centro de la república de Mexicana; la altitud es de 1916 msnm.

Probiótico A: *Bacillus subtilis*, cepas b5000h, b5005h, y b5150h, *Lactobacillus brevis* 1E-1. Probiótico B: *Lactobacillus acidophilus* A4000h, *Lactobacillus acidophilus* A2020, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Enterococcus faecium* y manano oligosacáridos.

Protocolo 1. Se agruparon 179 beceras, las cuales nacieron en el periodo del 9 de Marzo al 21 de abril del 2010. Se escogieron aleatoriamente 86 beceras en el grupo control y 97 beceras en el grupo tratado. Se usó el probiótico A, a una dosis de 3 g por beceras al día, durante los primeros 15 días de vida.

Protocolo 2. Se agruparon 143 beceras, las cuales nacieron en el periodo del 21 de abril al 25 de mayo del 2010. Se escogieron aleatoriamente 69 beceras en el grupo control y 74 beceras en el grupo tratado. Se usó el probiótico A, a una dosis de 6 g por beceras al día, y 6 g del probiótico B durante los primeros 30 días de vida. Los resultados fueron separados en dos periodos: uno en los primeros 15 días de vida, que es el periodo más susceptible a padecer enfermedades entéricas y otro del día 16 al 30 de vida. Se evaluaron las variables: morbilidad (MOR), mortalidad (MORT), sanas (S) y reincidentes (RI). Se aplicaron los tratamientos de acuerdo a los protocolos antes descritos. La MOR se analizó mediante el modelo estadístico de Kruskal Wallis que está dado por:

$$K = (N - 1) \frac{\sum_{i=1}^g n_i (\bar{r}_i - \bar{r})^2}{\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (r_{ij} - \bar{r})^2}$$

Dónde:

- n_i es el número de observaciones en el grupo i
- r_{ij} es el rango (entre todas las observaciones) de la observación j en el grupo i
- N es el número total de observaciones entre todos los grupos

$$\bar{r}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} r_{ij}}{n_i}$$

$$\bar{r} = (N + 1)/2$$

(William *et al.*, 1952; Siegal *et al.*, 1988).

Para las variables MORT, S, RI, se realizó el análisis estadístico mediante el modelo de distribución binomial exacta con aproximación a la normal, dado por:

$$Z_c = \frac{(p_1 - p_2) - \mu}{\sqrt{[(p)(q)/N_1 + (p)(q)/N_2]}} - 2$$

Dónde:

p_1 = proporción de (MOR, S, RI) en control

p_2 = proporción de (MOR, S, RI) en tratamiento.

P = proporción de (MOR, S, RI) en población total ($N_1 + N_2$)

q = Proporción de animales sanos ($P - q$)

N_1 = número de observaciones en control

N_2 = número de observaciones en tratamiento

(Infante y Zárate, 1994)

Resultados y Discusión

En protocolo 1: no se observaron reducciones en las variables de mortalidad y morbilidad del tratamiento con respecto al testigo. En protocolo 2: el porcentaje de morbilidad se redujo en 40.5 % ($P < 0.01$) en el grupo de terneras tratadas en comparación con el grupo control en los primeros 15 días de vida (Figura 1) y en un 30% de 16-30 días de vida (Figura 2). Investigaciones como las de Pollman *et al.* (1980); Bhandari *et al.* (2008) y Lessard *et al.* (2009) muestran un incremento en el conteo bacteriano en heces de cerdos de bacterias ácido lácticas como *Lactobacillus*, *Bacillus subtilis* y *Pediococcus acidilactici* respectivamente, contra un decremento significativo en *Escherichia coli* y coliformes al suplementar vía oral. La mortalidad se redujo en 76% en tratamiento 2 (T2: primeros 15 días de vida; $P = 0.08$) pero no en tratamiento 3 (T3: de 16-30 días de vida) aunque se redujo en 28%. Sin embargo el número de sanas en T2 aumentó un 43.9 % en comparación al control 2 ($P < 0.01$). En T3 hubo un aumento del 31.9 % ($P < 0.01$), Timmerman *et al.* (2005) reportan aumento en el índice general de salud de terneras al usar probióticos multiespecie y probióticos aislados en las mismas terneras. El porcentaje de reincidentes en el periodo de 16-30 días se redujo en 72.5 % en terneras tratadas contra el grupo control ($P < 0.01$)

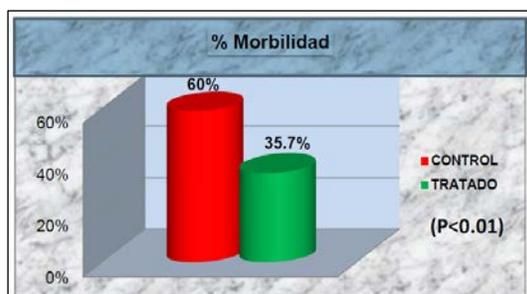


Figura 1. Índice de morbilidad T2 vs control



Figura 2. Índice de morbilidad T3 vs control

Conclusiones

En protocolo 1, la morbilidad y la mortalidad no se redujeron. Con el protocolo 2 se redujeron la morbilidad, mortalidad y aumentó el número de sanas de 1-15 y de 16-30 días de vida en las terneras tratadas y en este último periodo también se redujo el número de reincidentes. Se concluye que el uso de probióticos reduce el índice de diarreas, de

morbilidad, de mortalidad, de reincidencias y reduce los costos por tratamientos clínicos en los primeros 30 días de vida de las becerras lactantes.

Literatura Citada

- Amores R., A. Calvo, J.R. Maestre y D. Martínez. 2004. Probióticos. *Rev. Esp. quimioterap.* Vol. 17 (2):131-137.
- Bhandari S.K., B. Xu, C.M. Nyachoti, D. W. Giesting and D. O. Krause. 2008. Evaluation of alternatives to antibiotics using an *Escherichia coli* K88+ model of piglet diarrhea: Effects on gut microbial ecology. *J. Anim. Sci.* 86:836-847.
- Dolz, M.C. 2008. Bacteriocinas de probióticos. Nuevos enfoques bioterapéuticos: PINHE. *Nutr. Clin. Diet. Hosp.* 28(3):20-37.
- Infante, G. S. y. Zárate de L. G. P. 1994. *Métodos estadísticos.* [ed.]. Trillas, México. 590 p.
- Lessard, M., M. Dupuis, N. Gagnon, É. Nadeau, J. J. Matte, J. Goulet and J. M. Fairbrother. 2009. Administration of *Pediococcus acidilactici* or *Saccharomyces cerevisiae* boulardii modulates development of porcine mucosal immunity and reduces intestinal bacterial translocation after *Escherichia coli* challenge. *J. Anim. Sci.* 87:922-934.
- Monroy M. del C., T. Castro, F.J. Fernández y L. Mayorga. 2009. Revisión Bibliográfica: Bacteriocinas producidas por bacterias probióticas. *Contactos* 73:63-72.
- Pollman, D.S., D. M. Danielson, W. B. Wren, E. R. Peo, Jr. and K. M. Shahani. 1980b. Influence of *Lactobacillus acidophilus* inoculum on gnotobiotic and conventional pigs. *J. Anim. Sci.* 1980. 51:629-637.
- Siegel, S. and N.J. Castellan Jr, 1988. *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences* (second edition). New York: McGraw-Hill.
- Timmerman H.M., L. Mulder, H. Everts, D. C. van Espen, E. van der Wal, G. Klaassen, S. M. G. Rouwers, R. Hartemink, F. M. Rombouts, and A. C. Beynen. 2005. Health and growth of veal calves fed milk replacers with or without probiotics. *J. Dairy Sci.* 88:2154-2165.
- William H. Kruskal and W. A. Wallis. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association* 47 (260): 583-621.

**PARÁMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y
DE CRECIMIENTO EN CRUZAMIENTOS DE GANADO DE CARNE**

**GENETIC PARAMETERS FOR REPRODUCTIVE AND GROWTH TRAITS IN
CROSSBRED BEEF CATTLE**

L. D. Van Vleck¹, L. V. Cundiff¹, A. P. Márquez,² J. F. Ponce² y A. Correa.²
¹University of Nebraska,

Lincoln ARS-USDA, MARC, Clay Center Nebraska, NE. ²*Universidad Autónoma de Baja California,*
Instituto de Ciencias Agrícolas.I

Resumen

Se estimaron parámetros genéticos para dificultad al parto, largo de gestación, peso al nacer y peso al destete. La información proviene de un experimento para caracterizar germoplasma de diferentes razas de toros representando diversos tipos biológicos en el centro de investigaciones en ganado de carne (MARC). Se incluyeron un total de 4010 registros. La progenie difirió en proporciones de Hereford (H), Angus (A), Pinzgauer (P), Brahman (B), Sahiwal (S), Tarentaise (T), Charolais (C), y Red Poll (R). Se analizaron tres ciclos diferentes: ciclo A3-2 (H, A, T, P, B y toros S con vacas H y A), C3-4 (apareamientos en retrocruza y F2 de A, H, P, B y S), y D3-5 (toros R, H, A, B, C, S, P, L, BASH, HA, AH, BH, BA, SH, y PH en 25 combinaciones de *Bos taurus* y *Bos taurus* x hembras *Bos indicus*). La dificultad al parto fue evaluada subjetivamente usando calificaciones descriptivas; p.ej., 1= sin dificultad, a 6= mayor dificultad con hidraulico. El modelo animal (incluyendo relaciones entre parientes sin registros) consistió de efectos fijos: grupo racial, año de nacimiento y edad de la vaca, fecha de nacimiento una covariable para ajustar a una edad común; el valor genético animal (h^2 =proporción de varianza), efectos de vaca no correlacionados (c^2 =proporción de varianza) y el residual como aleatorios. Se usó un algoritmo sin derivadas para obtener estimadores de componentes de varianza REML (Máxima Verosimilitud Restringida).

Palabras Clave: heredabilidad, reproducción, modelo animal

Abstract

Genetic parameters for calving difficulty, gestation length, birth weight and weaning weight were estimated. Data came from a top cross experiment to characterize germplasm from different sire breeds representing diverse biological types at Meat Animal Research Center. A total of 4010 records were included. Progeny differed in the fractions of Hereford (H), Angus (A), Pinzgauer (P), Brahman (B), Sahiwal (S), Tarentaise (T), Charolais (C), y Red Poll (R). Three different cycles were analyzed: A3-2 (H, A, T, P, B y s S sires on H y A dams), C3-4 (reciprocal backcross and F2 matings of A, H, P, B and S), and D3-5 (R, H, A, B, C, S, P, L, BASH, HA, AH, BH, BA, SH, y PH on 25 combinations of *Bos taurus* y *Bos taurus* by *Bos indicus* females). Calving difficulty was subjectively evaluated using descriptive scores; i.e., from 1= no difficulty to 6= major difficulty with calf jack. The animal model (including relationships through parents without records)

consisted of fixed effects of breed group , year of birth and age of dam with date of birth included as a covariate to adjust to a common age as well as random effects of animal's genetic value (h^2 =proportion of variance) and uncorrelated effects of dams (c^2 =proportion of variance). A derivative free algorithm was used to obtain REML estimates of variance components.

Introducción

Se requieren diversas razas para explotar heterosis, siendo posible con el uso continuo de cruzamientos, que pueden ser utilizados para incrementar el **(PD)** de becerros por vaca expuesta a toro hasta en un 20% (Gregory y Cundiff, 1980). Para ayudar a definir el sistema más eficiente consideraciones teóricas de cruzamientos y heterosis son presentadas por (Dickerson 1969, 1973). El mejor predictor lineal insesgado (**BLUP**) de valores genéticos usando la tecnología de modelos mixtos, con el modelo animal es el método a escoger por los mejoradores de animales (Henderson, 1988). Las modificaciones por Boldman y Van Vleck (1991) para usar el procedimiento (Sparspak, George et al., 1980) incrementó el orden de las ecuaciones de modelos mixtos que pueden ser utilizadas con máxima verosimilitud restringida (**REML**), óptimo en la estimación varianzas y (co) varianzas.

Materiales y Métodos

Descripción de la información

El presente estudio usó información de un experimento para caracterizar germoplasma de diferentes razas de toros representando diversos tipos biológicos en el centro de investigaciones en ganado de carne (**MARC**). Se incluyeron un total de 4010 registros. La progenie difirió en proporciones de Hereford (H), Angus (A), Pinzgauer (P), Brahman (B), Sahiwal (S), Tarentaise (T), Charolais (C), y Red Poll (R). Se analizaron tres ciclos diferentes: ciclo A3-2 (H, A, T, P, B y toros S con vacas H y A), C3-4 (apareamientos en retrocruza y F2 de A, H, P, B y S), y D3-5 (toros R, H, A, B, C, S, P, L, BASH, HA, AH, BH, BA, SH, y PH en 25 combinaciones de Bos taurus y Bos taurus por hembras Bos indicus). La dificultad al parto (**DP**) fue evaluada categóricamente usando calificaciones descriptivas (p. ej., 1= sin dificultad, a 6= mayor dificultad con tecele).

Manejo

Las vacas fueron mantenidas en praderas mejoradas de invierno de zacate Bromo (*Bromus inermis*, L.) ó de verano y alimentadas con (zacate y alfalfa) ó ensilaje durante el invierno. La época de pariciones de (Marzo y Abril). Al nacer todos los becerros fueron identificados, pesados, descornados (pasta) y vacunados contra diarrea viral. Los becerros fueron destetados a los 200 d (Gregory et al., 1994).

Análisis estadístico

Análisis separados para cada característica usó el procedimiento sin derivadas de máxima verosimilitud restringida (**DFRML**) de (Boldman et al., 1993). El modelo animal (incluyendo relaciones entre parientes sin registros), consistió de efectos fijos: grupo racial, año de nacimiento y edad de la vaca, fecha de nacimiento, una covariable para ajustar a una edad común; el valor genético animal (h^2 =proporción de varianza), los efectos de vaca no correlacionados (c^2 =proporción de varianza) y el residual como aleatorios. Se usó un

algoritmo sin derivadas para obtener estimadores de componentes de varianza REML (Máxima Verosimilitud Restringida). Óptimo en la estimación varianzas y (co) varianzas.

Resultados y Discusión

El Cuadro 1 muestra los parámetros genéticos (h^2 =proporción de varianza) y los efectos genéticos de vaca no correlacionados (c^2 =proporción de varianza) para (DP), largo de gestación (LG), peso al nacer (PN) y peso al destete (PD). Koots et al., (1994) encontraron valores ($h^2=.10$ y $h^2= .09$) promedio ponderados para dificultad al parto (DP) medida binomialmente (n=19 y n=11) estudios directa y materna, respectivamente; esos valores de heredabilidad en (DP), son similares a los obtenidos en nuestro estudio en los ciclos A3-2 y C3-4, excepto al valor del índice de herencia cercano a cero en (DP), obtenido en el ciclo D3-5. Los valores (c^2) para (DP) estimados en éste estudio (Cuadro, 1) se consideran bajos; sin embargo Pérez, (1994) estimó valores ($h^2=.14$ y $c^2= .14$ y $h^2=.14$ y $c^2= .24$) para (DP) con los modelos animal y de toro, respectivamente. Los valores h^2 para (LG) son altos, consistentes y bien documentados. Green, (1999), encontró valores ($h^2= 0.31$ y $h^2= 0.14$), directa y materna, respectivamente, como promedio ponderados de (n=167 y n= 34) estudios publicados para (PN). En este estudio se estimó el valor ($h^2= 0.39$), para (PN), valor estimado como promedio en los tres ciclos analizados. Los valores genéticos ($h^2= 0.24$ y $h^2= 0.13$) directa y materna, respectivamente para (PD) estimados por Green, (1999) fueron obtenidos de (n=234 y n= 38) resultados de valores publicados; el valor estimado del índice de herencia en este estudio para (PD) fue ($h^2=0.16$); no obstante Pérez, (1994) en otro estudio encontró valores idénticos ($h^2=0.23$ y $h^2=0.23$) directos para (PD) bajo los modelos animal y de toro, utilizando (n=973) registros y (n=2.5) progenies por vaca, el valor del índice de herencia ($h^2=0.23$) con ambos modelos ($h^2=0.23$) para (PD) coincide con la estimación ($h^2= 0.24$) directa para (PD) por Green, (1999). La estimación ($c^2=$ proporción de varianza), en este estudio sugiere que los efectos genéticos de vaca son importantes en la selección de peso al destete (PD).

Cuadro 1. Valores de heredabilidad y efectos genéticos de vaca no correlacionados para dificultad al parto, largo de gestación, peso al nacer y peso al destete, involucrando herencia Hereford, Angus, Pinzgauer, Brahman, Sahiwal, Tarentaise, Charolais, y Red Poll.

Ciclo	Animales	Registros	Dificultad al parto		Largo de gestación		Peso al nacer		Peso al destete	
			h^2	c^2	h^2	c^2	h^2	c^2	h^2	c^2
A3-2	2709	1517	.08	.08	.61	.10	.41	.11	.16	.35
C3-4	1578	1046	.07	.00	.53	.05	.38	.06	.17	.24
D3-5	2047	1447	.01	.02	.08	.13	.38	.13	.15	.25

Los resultados son similares, a los obtenidos con registros de raza pura.

Conclusiones

Los productores pueden esperar una respuesta razonable a la selección para pesos al nacer, al destete, y largo de gestación. Es de esperarse una respuesta baja a moderada si se selecciona para dificultad al parto. Los criadores deben considerar que la dificultad al parto tiende a incrementar con el peso al nacer, esto puede incrementar la mortalidad de becerros. Sin embargo las razas de toros que producen becerros más pesados al nacer y más

dificultad al parto, producen además becerros más pesados al destete. Los productores pueden esperar una importante contribución debido a efectos genéticos de vaca en el peso al destete.

Literatura Citada

- Boldman, K. G. and Van Vleck, L. D. (1991). Derivative-free restricted maximum likelihood estimation in animal models with a sparse matrix solver.
- Dickerson, G. E. 1969. Experimental approaches in utilizing breed resources,. Anim. Breed. Abstr. 37: 191.
- Dickerson, G. E. 1973. Inbreeding and heterosis in animals. In Proc. of the Animal Breeding and Genetic Symp. In Honor of Dr. Jay L. Lush. P. 54-77. ASAS, Champaign, III.
- Henderson, C. R. (1988). A simple method to account for selected base populations. J.Dairy Sci. , 71: 1.
- George, A. and J. Liu. (1980). User guide for Sparspak, Dept of Computer Science, Univ. of Waterloo, Ontario, Canada.
- Gregory, K. E. and L. V. Cundiff. 1980. Crossbreeding in beef cattle: Evaluation of systems. J. Anim. Sci. 51: 1224.
- Green, 1999. Breeding to satisfy customer requirements in the 21th century. Proceedings of Association for the advancement of Animal Breeding and Genetics , Mandurah, Western Australia. July 1999.
- Koots, K. R., J. P. Gibson, C. Smith and J. W. Wilton. 1994. Analyses of published genetic parameter estimates for beef traits. 1. Heritability. Anim. Br. Abstr. 62.5.
- Pérez, M. A. 1994. Estimates of genetic parameters for performance traits in beef cattle. Ph. D. Thesis. University of Nebraska, Lincoln, Ne.

**INFLUENCIA DE LA PRESENCIA DE NERVADURA CAFÉ Y ALMIDON EN
DISTINTAS VARIETADES DE SORGO-SUDAN SOBRE LA DIGESTION DE
ENSILADOS OFRECIDOS A BECERROS HOLSTEIN**

**INFLUENCE OF THE PRESENCE OF BROWN MIDRIB AND STARCH IN
DIFFERENT VARIETIES OF SORGHUM-SUDAN SILAGE ON THE DIGESTION IN
HOLSTEIN CALVES**

José A. Villarreal, Enrique G. Álvarez, Noemí G. Torrentera, Juan Rodríguez, Martin F. Montaña, Eudor Vázquez, Bill Henry, Abril Basilio.

Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, México.

Resumen

Para evaluar la presencia de nervadura café y grano en cuatro ensilados de sorgo sobre las características de la digestión en rumen y el total del tracto se utilizaron cuatro novillos Holstein (130 kg) habilitados con cánulas de rumen y duodeno distribuidos en un diseño de Cuadrado Latino 4x4. Los tratamientos consistieron en cuatro ensilajes de sorgo: **1)** nervadura café con grano (**NCG**), **2)** nervadura café sin grano (**NCF**), **3)** no nervadura café con grano (**NNCG**), y **4)** no nervadura café sin grano (**NNCF**). La presencia de NC no mejoro la digestibilidad en rumen de los diferentes nutrientes, a excepción de los relacionados con el metabolismo del nitrógeno. Aun cuando se tuvo un bajo contenido de almidón en los ensilajes, se observo en el tratamiento del menor nivel de almidón (**NNCF**) un impacto negativo y consistente ($P < 0.05$) sobre la digestión total de la fracción fibrosa (**FDN**, **FDA** y **CEL**), respecto a los tratamientos restantes. Aún cuando se tuvo un bajo contenido de almidón en los ensilajes, se observó que las variedades con más proporción de este tienden a presentar mayor digestión total de las partes fibrosas. Entonces es recomendable que al elegir el tipo de variedad a ensilar se considere que existe mayor influencia del contenido de grano que existencia de modificaciones genéticas en la nervadura de las hojas.

Palabras clave: Ensilaje, Sorgo, Nervadura café, Digestión.

Abstract

Four Holstein steers (130 kg) with ruminal and duodenal cannulas were used in a 4x4 Latin square design to compare the characteristics of digestion of silage from four sorghum varieties. Treatments consisted of four different sorghum silages: **1)** **NCG** (brown midrib with grain), **2)** **NCF** (brown midrib without grain), **3)** **NNCG** (non brown midrib with grain), **4)** **NNCF** (nonbrown midrib without grain). The presence of NC did not improve ($P > 0.05$) digestibility of nutrients in the rumen, with the exception of those related to the metabolism of nitrogen. Even though the content of starch in the studied varieties was lower than expected, varieties with higher proportion of starch increased ($P < 0.05$) total digestion of the fibrousness parts. Under the conditions in which this experiment was done, grain content in the silage was more influential than the presence of genetic modifications altering the midrib structure.

Key words: Silage, Sorghum, Brown midrib, Digestion.

Introducción

El actual escenario económico es crítico para los productores de carne y leche del estado de Baja California debido al encarecimiento de los ingredientes más comunes para la alimentación del ganado, como la alfalfa y el pasto Sudan. Esto ha derivado en la búsqueda de otras opciones como el uso de ensilajes, principalmente de sorgo, sudan o algunos de sus híbridos. En estos últimos existe la opción de utilizar variedades más digestibles como en aquellas en las que se manifiesta el gen de nervadura café. Autores como Jung y Fahey (1983), Fritz *et al.* (1990) y Wolf *et al.* (1993) señalan que estas variedades poseen menor concentración de lignina que facilita la degradación de la fracción FDN, con el consecuente mayor valor nutritivo y más alto rendimiento animal. Por otro lado, se sabe que la presencia de grano eleva el contenido total de ED en los ensilados (Neylon y Kung, 2003), aunque puede influir negativamente sobre la utilización de la fracción fibrosa en el rumen (Rearte y Santini, 1989). Ante esto en el momento de elegir el tipo de forraje a ensilar existen dos vertientes, disponer de un forraje altamente digestible o elegir por la aportación energética de su grano. No existen estudios de digestión *in vivo* que presenten simultáneamente la influencia de la presencia de nervadura café y de grano sobre la utilización de la fibra y digestión de nutrientes de ensilados de Sorgo x Sudan.

Materiales y Métodos

Se evaluaron cuatro ensilajes de variedades de sorgo x sudan que integraron los tratamientos siguientes: 1) **NCG** nervadura café con grano, 2) **NCF** nervadura café sin grano, 3) **NNCG** no nervadura café con grano y 4) **NNCF** no nervadura café sin grano. Se dividió en cuatro periodos con una duración de 14 días cada uno, los diez primeros para adaptación y los cuatro restantes para la colección de muestras. Cada novillo recibió diariamente (0700 y 1900 h) el 2.1 % de alimento en relación a su PV con una proporción concentrado-ensilaje 30:70 respectivamente. El concentrado (33.7% PC, 25.13% FDN, 8.05% FDA y 1.23% Lignina) estuvo integrado por: DDG, 89.7%, Melaza de caña, 3.33%, Urea, 2.66%, Cromo, 1.0% y Premezcla de minerales, 3.26%. El óxido crómico, utilizado como marcador externo de la digesta y dosificado en el concentrado, se ajustó al 0.3% de la MS total consumida diariamente. Durante el periodo de colección se tomaron muestras individuales de fluido duodenal y heces, dos veces por día. Las muestras estuvieron sujetas a todos o parte de los siguientes análisis: Materia Seca (105 °C), Cenizas, N Kjendahl, N amoniacal (AOAC, 2000), Celulosa, Fibra Detergente Neutro, Fibra Detergente Acido (Chai y Uden, 1998), Oxido Crómico (Hill y Anderson, 1958), Purinas (Zinn y Owens, 1986) y ácidos grasos volátiles mediante cromatografía de gases (Zinn, 1988). Los datos se analizaron mediante un diseño en Cuadro Latino 4x4 con el siguiente estadístico: $Y_{ijk} = \mu + T_i + C_j + H_k + E_{ijk}$, mediante Proc Mixed (SAS, 2002). Los factores en estudio fueron evaluados mediante los contrastes: **C1**) Nervadura café (T1 y T2) vs No nervadura café (T3 y T4); **C2**) variedades para grano (T1 y T3) vs variedades forrajeras (T2 y T4); y **C3**) variedades con mayor contenido almidón (T1, T2 y T3) vs variedades menor contenido de almidón (T4).

Resultados y Discusión

Como se esperaba por lo observado en estudios previos (Oliver *et al.*, 2004; Grant *et al.*, 1995; Dann *et al.*, 2008; Taylor and Allen., 2005), el ensilaje de NC presentó menor contenido de lignina, 37% debajo del promedio de las variedades de NNC, MA S540 y Rayo Verde (Cuadro1). La presencia de NC no mejoro la digestibilidad en rumen de los diferentes nutrientes, a excepción de los relacionados con el metabolismo del nitrógeno, esto similar a lo reportado por

Taylor y Allen (2005). En coincidencia con lo reportado por Oliver et al. (2004), las variedades de NC presentaron mayor ($P < .03$) degradación del N en rumen que las variedades convencionales. En el presente experimento, la presencia de NC en los ensilajes elevo ($P < .01$) la eficiencia de uso del nitrógeno, pero esto no influyo ($P > 0.05$) sobre la eficiencia microbial. Asimismo, el tratamiento con menor ($P = 0.01$) contenido de almidón, NNCF, presento menor eficiencia de uso del N. Aun cuando se tuvo un bajo contenido de almidón en los ensilajes, se observo un efecto negativo y consistente ($P < 0.05$) sobre la digestión total de la fracción fibrosa (FDN, FDA y CEL) del menor nivel de almidón en el tratamiento NNCF, respecto a los tratamientos restantes.

Cuadro 1. Influencia de la presencia de nervadura café y grano sobre la composición nutricional, digestión en rumen y eficiencia de uso del nitrógeno en novillos Holstein alimentados con ensilajes de cuatro diferentes variedades de sorgo-sudan.

Factores	G		F		EE ³	Contrastes ⁴ , P<F		
	NCG	NCF	NNCG	NNCF		C1	C2	C3
Composición nutricional, % BS								
PC	5.6	5.2	6.7	4.7				
Almidón	4.0	4.0	8.0	2.0				
FDN	54.3	60.0	54.2	56.3				
FDA	28.6	28.1	29.1	28.9				
LGN	2.9	4.4	4.7	4.5				
Digestión en Rumen,⁵ %								
MO	42.66 ^a	46.65 ^{ab}	52.74 ^b	45.13 ^a	3.24	0.11	0.45	0.43
FDN	47.74	50.80	55.16	50.09	3.67	0.19	0.68	0.68
FDA	38.74 ^a	48.83 ^{ac}	51.65 ^{bc}	45.29 ^{ac}	3.77	0.19	0.59	0.78
CEL	55.24	56.34	60.75	57.17	3.42	0.31	0.68	0.94
N	98.40 ^{ac}	88.05 ^b	95.40 ^{ab}	105.15 ^c	2.95	0.03	0.92	0.01
MO Microbial	256	253	252	259	21	0.93	0.86	0.70
E Microbial ⁶	34.3	28.0	24.3	29.8	5.1	0.31	0.91	0.84
E del N ⁷	0.60 ^a	0.60 ^b	0.60 ^{ac}	0.55 ^c	0.04	0.01	0.77	0.01

^{a, b, c} Medias con distinta literal en una hilera no son iguales ($P \leq 0.05$).

¹ NC= Nervadura café, NNC= No nervadura café, G= Variedad con grano, F= Variedad sin grano.

² NCG, Amo de Ensilaje; NCF, Caramelo; NNCG, Mass 540; NNCF, Rayo Verde

³ Error Estándar.

⁴ C1: NC vs NNC, C2: G vs F, C3: Amo, CRM y M540 vs RV.

⁵ MO = Materia Orgánica, FDN= fibra detergente neutro, FDA= Fibra Detergente Acido, CEL = Celulosa, N= nitrógeno

⁶ Eficiencia Microbial = g de N microbial / kg de MO fermentada.

⁷ Eficiencia del Nitrógeno = g de N no amoniacal llegando a duodeno / g N consumido total.

Cuadro 2. Influencia de la presencia de nevadura café y grano sobre la digestión total en novillos Holstein alimentados con ensilajes de cuatro variedades de sorgo-sudan.

Factores ¹	NC		NNC		EE ³	Contrastes ⁴ , P<F		
	G	F	G	F		C1	C2	C3
	Tratamientos ²							
	NCG	NCF	NNCG	NNCF				
Digestion total⁵, %								
MO	58.74	60.95	60.55	57.43	1.66	0.57	0.76	0.16
FDN	54.05 ^{ab}	55.81 ^{ab}	56.24 ^a	51.44 ^{bc}	1.94	0.46	0.32	0.05
FDA	46.00 ^a	55.64 ^b	54.66 ^b	44.80 ^a	2.51	0.59	0.96	0.01
CEL	61.01 ^a	62.21 ^{ab}	65.02 ^b	58.30 ^a	1.47	0.97	0.07	0.02
N	67.39	65.49	65.91	67.50	1.07	0.78	0.87	0.28

^{a, b, c} Medias con distinta literal en una hilera no son iguales (P<0.05).

¹ NC= Nervadura café, NNC= No nevadura café, G= Variedad con grano, F= Variedad sin grano.

² NCG, Amo de Ensilaje; NCF, Caramelo; NNCG, Mass 540; NNCF, Rayo Verde

³ Error Estándar.

⁴ C1: NC vs NNC, C2: G vs F, C3: Amo, CRM y M540 vs RV.

⁵ MO = Materia Orgánica, FDN= fibra detergente neutro, FDA= Fibra detergente Acido, CEL = Celulosa, N= nitrógeno

Conclusiones

Contra lo que se esperaba, en los novillos alimentados con ensilajes de nevadura genéticamente modificada no se mejoró la digestibilidad ruminal de las diferentes fracciones, a excepción de la mejoría en la eficiencia de uso del nitrógeno. Aun cuando se tuvo un bajo contenido de almidón en los ensilajes, existió una relación directa entre esta fracción y digestión total de las partes fibrosas. Entonces es recomendable que al elegir el tipo de variedad a ensilar se considere que existe mayor influencia del contenido de grano que existencia de modificaciones genéticas en la nevadura de las hojas.

Literatura Citada

- Alvarez E.G and Zinn R.A. 2007. Influence of site of casein infusion on voluntary feed intake and digestive function in steers calves fed a Sudánggrass-based growing diet. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 6(2):249-256.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis* (17 th ed.). Association of Official Administrador Analytical Chemists. Gaithersburg, MD, USA. 2200 pp
- Chai W, Uden P. 1998. An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fiber. *Anim. Feed Sci. Technol.* 74:281-88.
- Dann H.M, Grant K.W, Cotanch E.D, Thomas C.S, Ballard R. 2008. Rice. Comparison of brown midrib sorghum-Sudánggrass with corn silage on lactational performance and nutrient digestibility in Holstein dairy cows *J. Dairy Sci.* 91: 663 - 672.
- Fritz, J. O., K. J. Moore, and E. H. Jaster. 1990. Digestion kinetics and cell wall composition of brown midrib Sorghum × Sudánggrass morphological components. *Crop Sci.* 30:213–219.
- Grant, R. J., S. G. Haddad, K. J. Moore, and J. F. Pedersen. 1995. Brown midrib sorghum silage for midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78:1970–1980.
- Hill F.N, Anderson D.L .1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determination with growing chicks. *J. Nutr.* 64:587-603.
- Huhtanen P, Khalili H. 1991. Sucrose supplements in cattle given grass silage-based diet. *Anim. Feed Sci. Technol.* 33:275-287.

- Jung, H. G., and G. C. Fahey, Jr. 1983. Nutritional implications of phenolic monomers and lignin: a review. *J. Anim. Sci.* 57:206.
- Neylon, J. M., and L. Kung, Jr. 2003. Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 86:2163-2169.
- Oliver A.L, Grant R.J, Pedersen J.F, O'Rear J. 2004. Comparison of brown midrib 6 and 18 forage sorghum with conventional sorghum and corn silage in diets of lactating cows. *J. Dairy. Sci.* 87: 637-644.
- Rearte , D.H., Santini F.J., García P.T., Maritano M. y Elizalde J.C. 1989. Efectos de la suplementación de semilla de girasol sobre la producción y composición de la leche. *Rev. Arg. de Prod. Animal* 9 (supl. 1): 6.
- Tjardes, K. E., D. D. Buskirk, M. S. Allen, N. K. Ames, L. D. Bourquin, and S. R. Rust. 2000. Brown midrib-3 corn silage improves digestion but not performance of growing beef steers. *J. Anim. Sci.* 78:2957-2965.
- Wolf D.P, Coors J.G, Albrecht K.A, Undersander D.J, Carter P.R. 1993. Forage quality of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. *Crop Sci.* 33: 1353-1359.
- Zinn R. A, Owens F.N.1986. A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. *Can. J. Anim. Sci.* 66:157-166.
- Zinn RA . 1988 Comparative feeding value of supplemented fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. *J. Anim. Sci.* 66: 213-227.

USO DE ENSILADO DE SOYA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE VACAS EN LACTACIÓN

EFFECTS OF FEEDING SOYBEAN SILAGE ON MILK YIELD AND MILK COMPOSITION OF LACTATING DAIRY COWS

Jorge H. Villarreal¹, Luis E. Arias¹, Gregorio Núñez², Jorge A. Bonilla⁴, Esteban Salvador Osuna³, Fernando Gonzalez³ y Ma. Rosario Tovar⁵

¹Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco-INIFAP, ²Campo Experimental La Laguna-INIFAP, ³Campo Experimental Pabellón-INIFAP, ⁴Campo Experimental Santiago Ixcuintla-INIFAP, ⁵Campo Experimental Valle de México-INIFAP.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar los efectos del ensilado de soya sobre la producción, composición de la leche y los costos de alimentación en vacas en producción. Se usaron 14 vacas Holstein distribuidas en dos tratamientos: 1) DEM dieta convencional compuesta de alimento balanceado y ensilado de maíz y 2) DES dieta compuesta de alimento balanceado, ensilado de soya y ensilado de maíz. Se utilizó un diseño cruzado. El consumo de materia seca (CMS) no fue diferente entre tratamientos con promedio de 19.0 kg vaca⁻¹ día⁻¹. La producción de leche (media 25.9 kg vaca⁻¹ día⁻¹) no fue afectada por el tipo de dieta, sin embargo, al corregir al 4% de grasa (LCG4%) la producción láctea fue 0.8 kg menor (P<0.05) en DES en comparación a DEM. El costo de alimentación kg⁻¹ LCG4% fue 6.5% menor con DES (2.75 vs 2.93 pesos kg⁻¹ LCG4%) que con DEM. La producción de kg de LCG4%/kg CMS fue 3.12% menor con DES (1.28 vs 1.32 kg LCG4%/kg CMS) que con DEM. La composición de leche no fue afectada a excepción de lactosa, siendo mayor para DES. Alimentar con DES a vacas en lactación logra reducir (6.5%) el costo de alimentación kg⁻¹ LCG4%, lo cual puede contribuir a reducir los altos costos de alimentación que caracterizan a los sistemas de producción de leche familiar, en Los Altos de Jalisco.

Palabras clave: ensilado soya, producción de leche, costo.

Abstract

The objective of this study was to determine the effects of soybean silage on yield, milk composition and feed costs in dairy cows. 14 Holstein cows were used on two treatments: 1) DCS conventional diet, consisting of concentrate and corn silage, and 2) DSS consisting of concentrate, soybean silage and corn silage. Was used a crossover design. Dry matter intake (DMI) did not differ between treatments averaged 19.0 kg cow⁻¹ day⁻¹. Milk yield (mean 25.9 kg cow⁻¹ day⁻¹) was not affected by the type of dietary treatments, however, FCM 4% yield was 0.8 kg lower in DSS compared to DCS. The feed cost kg⁻¹ FCM4% was 6.5% lower with DSS (2.75 vs. 2.93 pesos kg⁻¹ produced FCM4%) than DCS. The yield of kg FCM4%/kg of dry matter intake was 3.12% lower with DSS (1.28 vs. 1.32 kg FCM4%/kg DMI) than DCS. The milk composition was not affected with the exception of lactose, which was higher in DSS. Feeding lactating dairy cows DSS is able to reduce (6.5%) feed cost kg⁻¹ FCM4%, which helps to reduce high feed costs that characterize family dairy farms in Los Altos de Jalisco.

Key words: soybean silage, milk yield, cost.

Introducción

Los sistemas de producción de leche familiares (SPLF) en México dependen en gran medida del suministro de alimentos balanceados (concentrados) en cuya elaboración se utiliza una proporción alta de materias primas importadas de alto costo. Espinosa *et al.*, (2004) reportaron costos de alimentación del 57 % en sistemas semitecnificados familiares de México. En el Estado de México los costos de alimentación representan entre el 76 y 79 % (Espinoza *et al.*, 2005), en Jalisco reportaron costos de alimentación del 62 al 71% (García *et al.*, 2003); de este porcentaje, el alimento balanceado puede llegar a representar hasta el 82% del costo de alimentación. El forraje de soya cosechado en el estado R6 (cuando en algunos de los cuatro nódulos superiores de la planta, se presente por lo menos una vaina con los granos de color verde completamente desarrollados, 95 a 100 días post-emergencia), es reconocido por Hintz y Albrecht (1994) como el óptimo para utilizar la soya como forraje, ya que puede aportar entre 1200 y 2000 kg de proteína cruda (PC) ha⁻¹ (Arias *et al.*, 2010). Por otra parte, este forraje además de contener altos contenidos de PC (16 a 19%) y bajas cantidades de fibra (FDN 41% y FDA 29 %), en comparación con las gramíneas, provee una concentración de energía neta de lactación de 1.58 Mcal kg⁻¹ MS (Tobía *et al.*, 2004, Arias *et al.*, 2011). El objetivo del presente estudio fue determinar los efectos del ensilado de soya sobre la producción, composición de la leche y los costos de alimentación en vacas en producción.

Materiales y Métodos

El estudio fue realizado en el rancho “Maná”, municipio de San Juan de los Lagos Jalisco, México; localizado a 21° 21' 47.66" N y 102° 22' 59.86" O, a una altitud de 1763 msnm, con clima semiseco con invierno, otoño y primavera secos y temperatura media anual de 18 °C. La precipitación promedio es de 539 mm en el periodo de mayo a octubre, el suelo es de textura migajón arcillo-arenoso con pH de 6.97. Se sembró soya (*Glycine max* L.) variedad Nainari y maíz (*Zea mays*) variedad H-378A, bajo condiciones de temporal (PV-2011), el rendimiento de forraje fue de 8,300 y 12,900 kg MS ha⁻¹; el costo de producción por tonelada de MS fue 1,431 y 1,326 pesos, respectivamente. Las plantas de soya y maíz fueron ensiladas en etapa R6 y R5, respectivamente. Al forraje de soya picado se le adicionó sorgo grano molido al 9.8% (base fresca) y se le aplicó un inóculo a base de yogurt natural a razón del 1%. Se utilizaron 14 vacas (durante la prueba una vaca fue eliminada por enfermedad) multíparas de la raza Holstein en estabulación total, con producción de leche promedio 23 ±6.5 litros, 3 partos ±0.9, 129 días en lactación ±51d, 542 kg de peso corporal ±57 kg, y una condición corporal promedio de 3 ±0.3 basada en el proceso descrito por Ferguson *et al.*, (1994). Las vacas fueron distribuidas aleatoriamente a uno de dos tratamientos (Cuadro 1): tratamiento 1) DEM dieta convencional compuesta de alimento balanceado y ensilado de maíz; tratamiento 2) DES dieta compuesta de alimento balanceado, ensilado de soya y ensilado de maíz. Las vacas se ordeñaron mecánicamente dos veces al día (700 y 1700 h), se les proporcionó la dieta integral después de cada ordeño. La cantidad de alimento ofrecido fue *ad libitum* durante el periodo de estudio para todos los animales y considerando las necesidades de nutrimentos de éstos (NRC, 2001). Se utilizó un diseño cruzado (Cross over), con dos periodos experimentales de 21 días cada uno. Los primeros 14 días de cada periodo fueron de adaptación a las dietas y los últimos 7 días fueron para el registro de variables evaluadas y colección de muestras. El consumo de alimento se registró diariamente por diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado, se tomaron muestras diariamente (100 g ingrediente⁻¹) durante toda la prueba, cada 7 días se formó una muestra

compuesta por ingrediente (concentrado, ensilado de soya y ensilado de maíz) y se le realizaron los siguientes análisis: materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y se estimó la energía neta de lactación Van Soest (1971) a partir de la digestibilidad verdadera in vitro (ENL Mcal kg⁻¹ MS). La producción de leche se registró diariamente durante los últimos 7 días de cada periodo experimental, expresándose en kg día⁻¹ y como leche corregida en 4% de grasa (LCG). Se tomaron dos muestras de leche (100 ml c/u) por animal durante cada periodo experimental (días 18 y 21) para determinar la composición de la leche (Proteína, grasa, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales) utilizando un analizador infrarrojo (MILKOSCAN FT-120). El registro de cambios de peso y de condición corporal se realizó al inicio y al final de cada periodo. Las variables de respuesta fueron analizadas por ANDEVA, utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1989) para el diseño cruzado (Steel y Torrie, 1988), con efectos de vaca, periodo y tratamiento. El modelo utilizado fue el siguiente: $Y_{ijk} = \mu + A_{ij} + P_k + T_h + e_{ijk}$ donde: Y_{ijk} es la variable de respuesta, μ es la media general, A_{ij} es el efecto del j-ésimo animal en el i-ésimo grupo (columna), P_k es el efecto del k-ésimo periodo (hilera), T_h es el efecto del h-ésimo tratamiento, e_{ijk} es el efecto del error aleatorio.

Resultados y Discusión

El ensilado de soya (ES) presentó concentraciones de MS y PC superiores a las de ensilado de maíz (EM) en 31.8 y 52.4%, respectivamente (Cuadro 2). Pero los contenidos de ENL y FDN se concentraron en 8.3 y 57.3% más en el EM que en ES. Al igual que la alfalfa, el ES contiene una alta concentración de PC y un bajo contenido de FDN, característica que la define como un forraje de excelente calidad nutricional (Weiss y Shockley 1991). La sustitución del 6% de concentrado y el 27% de EM por ES redujo ($P < 0.05$) en 0.8 kg de leche corregida en grasa al 4% (Cuadro 3). Esta disminución en la producción de leche posiblemente se debió al menor consumo de almidón (27.4% menos) por las vacas alimentadas con la dieta DES en comparación con aquellas que consumieron DEM, además de esta causa, el ES tuvo más lignina y menor DIVMS que el EM (Cuadros 1 y 2). En consumo de materia seca (CMS) no fue diferente ($P > 0.05$) entre tratamientos. Tobia et al., (2004) reportaron diferencias de CMS con el suministro de bajos porcentajes de ES en la dieta. No obstante, aunque no se detectó diferencia en el CMS, si se observó diferencia ($P < 0.05$) en kg de leche producido al 4% de grasa/kg de CMS (Cuadro 3). En el Cuadro 3 se observa que hubo diferencia ($P < 0.01$) en el costo de alimentación/kg LCG 4% el cual fue 6.5% más barato el tratamiento con ensilado de soya, esta respuesta se debe a que la dieta DES tuvo un costo menor en comparación con la DEM, con el mantenimiento de volúmenes aceptables de producción de leche. La inclusión del ES en las dietas no afectó ($P \geq 0.05$) el contenido de grasa y sólidos totales (Cuadro 4). Estos resultados coinciden con lo reportado por Tobía et al., (2004), quienes compararon una dieta testigo con dos diferentes inclusiones de ensilado de soya; también Vargas et al., (2008) no encontró diferencia en sólidos totales cuando comparó ensilado de soya con ensilado de alfalfa. La concentración de proteína y sólidos no grasos, tampoco fueron diferentes ($P \geq 0.05$), esto difiere con lo reportado por Tobia et al., (2004) quienes encontraron menor cantidad de proteína y sólidos no grasos; pero es similar a lo que publica Vargas et al., (2008) que no encontraron diferencia en proteína entre sus tratamientos. La concentración de lactosa fue mayor en el tratamiento DES ($P < 0.01$). Esto difiere con lo que encontraron Tobía et al., (2004) donde a mayor cantidad de ES menor concentración de lactosa; Vargas et al., (2008) no encontraron diferencia en lactosa cuando utilizaron diferentes fuentes de forraje. Según la clasificación de COFOCALEC (NMX-F-700-COFOCALEC-2004)

la leche analizada en ambos tratamientos pertenece a la clase “A” por grasa butírica (≥ 32 g/L), proteína total (≥ 31 g/L), lactosa (43 a 50 g/L) y sólidos no grasos (83 g/L).

Cuadro 1. Composición nutricional y costos de las raciones experimentales en base seca (BS).

INGREDIENTES, kg	TRATAMIENTOS	
	DEM	DES
Concentrado Comercial	10.55	9.63
Ensilado de Soya	-	6.44
Ensilado de Maíz	8.74	3.67
Ración total	19.29	19.7
COSTO DE DIETA (pesos)		
Costo/kg	3.70	3.36
Costo/ración/día	71.45	66.4
COMPOSICIÓN		
Proteína cruda (%)	16.80	17.90
Enl (Mcal/kg MS)	1.57	1.61
Materia seca (%)	36.85	39.10
Forraje:Concentra	45:55	51:49
FDN (%)	40.12	35.13
FDA (%)	24.80	26.53
CNF (%)	36.00	37.50
Almidón (%)	27.90	21.90
Grasa (%)	3.70	4.74
Calcio (%)	0.58	0.93
Fósforo total (%)	0.46	0.51

Enl= Energía neta de lactación; FDN=Fibra en detergente neutro; FDA= Fibra en detergente ácido; CNF= Carbohidratos no fibrosos; ES= Ensilado de soya; EM= Ensilado de maíz; CC= Concentrado comercial. DEM= dieta con ensilado de maíz. DES= dieta con ensilado de soya.

Cuadro 2. Composición de los ingredientes utilizados en las raciones experimentales en base seca.

COMPOSICIÓN	EM	ES	CC
Proteína cruda (%)	10.5	16.0	22.00
Enl (Mcal/kg MS)	1.30	1.20	2.08
Materia seca (%)	21.4	28.2	91.70
FDN (%)	60.4	54.1	23.32
FDA (%)	40	40.1	12.18
Lignina (%)	6.51	9.35	2.36
DIVMS (%)	56.0	52.8	73.45

Enl= Energía neta de lactación; FDN=Fibra detergente neutro, FDA= Fibra detergente ácida; ES=Ensilado de soya; EM= Ensilado de maíz; CC= Concentrado comercial.

Cuadro 3. Efectos de alimentar con ensilado de soya sobre el consumo de materia seca, producción de leche, leche corregida en grasa al 4%, costo, cambio de peso y de condición corporal.

VARIABLE	DEM	DES	EEM	DMS
CMS (kg/día)	19.06	18.96	0.05	ns
Producción de leche (kg/día).	26.16	25.70	0.23	ns
LCG4% (kg/día).	25.29a	24.49b	0.4	*
Costo alimentación/kg LCG4%	2.93b	2.75a	0.09	**
Kg LCG4%/kg CMS	1.32b	1.28a	0.02	*
Cambio de peso corporal (kg/día)	0.921a	0.593b	0.16	**
Cambio de condición corporal	0.126	0.078	0.024	ns

Para cada variable cifras con distinta literal son estadísticamente diferentes * ($P<0.05$) y ** ($P<0.01$). LCG4%= Producción de leche corregida en grasa al 4%. Cambios de condición corporal entre tratamientos en escala de 1=emaciado a 5=obeso. EEM= Error estándar de la media. DMS= diferencia mínima significativa. ns= No significativo. CMS=Consumo de materia seca. DEM= dieta con ensilado de maíz. DES= dieta con ensilado de soya.

Cuadro 4. Efectos de alimentar con ensilado de soya sobre la composición de la leche.

VARIABLE	DEM	DES	EEM	DMS
Grasa (g/litro)	38.25	36.83	0.71	ns
Proteína (g/litro)	35.46	35.43	0.015	ns
Lactosa (g/litro)	46.83b	47.34 ^a	0.25	**
Sólidos totales (g/litro)	133.54	132.45	0.54	ns
Sólidos no grasos (g/litro)	94.26	94.82	0.28	ns

Para cada variable cifras con distinta literal son estadísticamente diferentes * ($P<0.05$) y ** ($P<0.01$). EEM= Error estándar de la media. DMS= diferencia mínima significativa. DEM= dieta con ensilado de maíz. DES= dieta con ensilado de soya.

Conclusiones

Bajo las condiciones de este estudio, el alimentar con ensilado de soya redujo (3.2%) la producción de leche corregida en grasa al 4% en vacas en lactación, cuando se comparó con DEM ligado tal vez a que la DES aportó menos cantidad de almidón. El uso de DES no afectó la concentración de grasa, proteína, sólidos totales y sólidos no grasos en leche, sin embargo, la concentración de lactosa fue mayor al utilizar ES. Alimentar con DES a vacas en lactación se

logra reducir (6.5%) el costo de alimentación/kg LCG4%, lo cual puede contribuir a disminuir los altos costos de alimentación que caracterizan a los SPLF, en la región Altos de Jalisco.

Literatura Citada

- Arias C.L.E. 2010. Informe anual de actividades. Proyecto: Producción y utilización de recursos forrajeros para el desarrollo de sistemas sustentables de lechería familiar en diferentes ambientes agroecológicos INIFAP-CIRPAC.
- Arias C.L.E., González A.A., González C.F., Núñez H.G. 2011. Calidad nutrimental y costos del ensilado de forraje de soya (*Glycine max L.*) adicionado con diferentes fuentes de carbohidratos. Memoria XLVII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria; 12-14 Octubre 2011; León, Guanajuato México p. 307.
- Espinosa G.J.A., S.Wiggins, O.A.T.González y B.U.Aguilar 2004. Sustentabilidad económica a nivel de empresa: aplicación a unidades familiares de producción de leche en México. *Téc. Pecu. México* 42 (1): 55-70 p.
- Espinoza-Ortega A., A. Álvarez-Macías, M.C. Del Valle y M. Chauvete 2005. La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el Estado de México. *Téc.Pecu. México* 43 (1): 39-56 p.
- Ferguson, J. D., D. T. Galligan and N. Thomsen 1994. Principal descriptors of body conditions in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77:2695-2703.
- García D. G., F. J. S. Mora, S. J. Gallegos, D. M. A. Martínez, C. D. Lara, S.J.M. Omaña 2003. Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas de producción de leche en el estado de Jalisco, México. *Agrociencia* 37 (1):85-94.
- Hintz R., and K. Albretcht 1994. Dry matter partitioning and forage nutritive value of soybean plant components. *Agronomy Journal* 86:59-62.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient requirement of dairy cattle. NationalAcademi. 381 p.
- Norma Mexicana NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Sistema producto leche-alimento-lácteo-leche cruda de vaca-especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba. COFOCALEC, A.C. publicada en el D.O.F. el 23 de Junio del 2004.
- SAS, 1989.SAS/SAT User's Guide. Release 6.03 Ed. Statistical Analysis System. Cary, NC. USA.
- Steel, R. G. D., and Torrie, J. H. 1988. Principios y procedimientos de bioestadística. Mc Graw-Hill. Ed.Interamericana. México, D. F.
- Tobía C., E. Villalobos, H. Soto, L. Uribe 2004. Proceso fermentativo y valor nutricional del ensilaje de soya (*Glycinemax L. Merr.*) con *Lactobacillus brevis* 3 y melaza de caña. *Agronomía costarricense*. 28 (1):17-25.
- Van Soest PJ. 1971. Estimations of nutritive value from laboratory analysis. *Proceed Cornell Nutr Conf Feed Manuf. Buffalo, NY.*
- Vargas B.P.E., A.F. Mustafa, P. Seguin 2008. Effects of feeding forage soybean silage on milk production, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91:229-235.
- Weiss W. and W.Shockey 1991. Value of orchardgrass and alfalfa silage fed with varying amounts if concentrates to dairy cows. *Journal of Dairy Science* 74:1933-1943.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y CONCENTRACIÓN DE MINERALES EN EL FORRAJE DE MAÍZ UTILIZADO EN ESTABLOS LECHEROS DE LA REGION ALTOS DE JALISCO

NUTRITIONAL COMPOSITION AND MINERAL CONCENTRATION OF CORN FORAGE UTILIZED IN DAIRY FARMS IN THE REGION ALTOS DE JALISCO

Jorge H. Villarreal¹, José de Jesús Olmos², Margarita E. Castellanos², Humberto Ramirez², Ofelia Iñiguez² y Luis E. Arias¹

¹*Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco-INIFAP, ²Centro Universitario de Los Altos de la Universidad de Guadalajara.*

Resumen

Los forrajes más utilizados en la alimentación del ganado en los Altos de Jalisco son el ensilaje y rastrojo de maíz; sin embargo, es escasa la información referente a su composición nutricional y mineral. Se colectaron un total de 107 muestras de forraje de maíz: 49 de ensilaje (EM), 41 de rastrojo con grano (RCG) y 17 de rastrojo sin grano (RSG) de los municipios de Jalostotitlán, San Juan de los Lagos y Tepatitlán de Morelos. El valor promedio de MS del EM, 25.6%, fue menor al valor que reporta el NRC (2001) para un ensilaje normal (35.1%). El EM en Jalostotitlán presentó el menor contenido de MS (23.8%) y carbohidratos no-fibrosos (19.7%) y el mayor contenido de PC (9.07%) en comparación con los promedios encontrados en las localidades de San Juan de los Lagos (26.9% de MS, 20.3% de CNF y 7.97% de PC) y Tepatitlán de Morelos (26.0% de MS, 27.6% de CNF y 6.46% de PC). El valor promedio de Ca, Mg, Na y K del EM de las tres localidades, 0.42%, 0.13%, 0.03% y 1.52%, fue mayor en comparación con el RCG y RSG. El EM en San Juan de los Lagos presentó un mayor contenido de Fe que lo observado en Jalostotitlán y Tepatitlán de Morelos. El contenido de nutrientes y minerales entre un mismo tipo de forraje de maíz de diferentes localidades, tiene mucha variación, por lo que es recomendable la elaboración de una base de datos para cada localidad.

Palabras clave: Forraje de maíz, vacas lecheras, valor nutricional, y minerales.

Abstract

The most utilized forages to feed dairy cows in Altos de Jalisco are corn silage and corn fodder; however, the information related to their nutritional quality and mineral content is scarce. There were collected a 107 corn forage samples: 49 of corn silage, 41 of corn fodder with grain, and 17 of corn fodder without grain from the municipalities of Jalostotitlán, San Juan de los Lagos, and Tepatitlán de Morelos. The average value of the dry matter in corn silage, 25.6%, was lower than the value reported by the NRC (2001) for a normal corn silage (35.1%). The corn silage from Jalostotitlán had the lowest dry matter content (23.8%) and non-fiber carbohydrates (19.7%), and the highest crude protein content (9.07) compared to the average values found in San Juan de los Lagos (26.9% dry matter, 20.3% non-fiber carbohydrates, and 7.97% crude protein) and Tepatitlán de Morelos (26.0% dry matter, 27.6% non-fiber carbohydrates, and 6.46% crude protein). The average content of Ca, Mg, Na, and K in corn silage from the three municipalities, 0.42%, 0.13%, 0.03% y 1.52%, were higher compared to the content of corn fodder with grain and corn fodder without grain. Corn silage from San Juan de los Lagos had the highest Fe content

compared to corn silage from Jalostotitlán and Tepatitlán de Morelos. The nutritional and mineral content from the same type of corn forage in different municipalities, has a lot variation, therefore, it is highly recommended the elaboration of a data base in each municipality.

Key words: Corn forage, dairy cows, nutrient value, and minerals.

Introducción

En los 20 municipios que conforman la región Altos de Jalisco, durante 2007, se produjeron aproximadamente 2,986,000 litros de leche diarios que representaron el 10.5% de la producción del país (SIAP, 2009). Los sistemas de producción de leche en esta región son en su mayoría del tipo familiar y se caracterizan por su semitecnificación, con hatos que tienen aproximadamente 60 vacas en ordeño que producen en promedio 16.4 litros y consumen 16.6 kg de materia seca por día (Castellanos Sevilla, por publicar). Los forrajes más utilizados en la alimentación del ganado son el ensilaje y rastrojo de maíz; sin embargo, es muy escasa la información referente a su composición nutricional y a la concentración de minerales que contienen, tanto en el forraje que es producido localmente como en el que se importa de zonas aledañas a la región. Esto ha determinado que la formulación de raciones generalmente se realice utilizando resultados de análisis de forrajes de maíz de otras regiones del mundo, especialmente de Estados Unidos de América. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la composición nutricional y concentración de minerales en forrajes de maíz utilizados en la alimentación de vacas lecheras en los Altos de Jalisco.

Materiales y Métodos

De la totalidad de socios de tres cooperativas de consumo agropecuario, localizadas en los municipios de Jalostotitlán, San Juan de los Lagos y Tepatitlán de Morelos, pertenecientes a la región Altos de Jalisco, se seleccionaron al azar 100 productores de leche (33, 33 y 34 productores, respectivamente) para visitar sus establos y coleccionar muestras del forraje de maíz utilizado en la alimentación del ganado. La colección de muestras se realizó durante los meses de junio y julio de 2010. De cada almacén de forraje se tomaron al menos 5 submuestras las cuales se mezclaron para obtener una sola muestra compuesta, homogénea y representativa, de aproximadamente 0.5 kg de rastrojo con o sin grano y de 2.0 kg de ensilaje. Las muestras de ensilaje se mantuvieron en refrigeración desde su colección hasta su arribo al laboratorio para evitar alteraciones en su composición química; en el laboratorio se congelaron a -25°C hasta su análisis.

A todas las muestras de forraje se les determinó su contenido de materia seca (MS) en una estufa de aire forzado a 60°C por 48 horas. Posteriormente, se molieron en un molino rotativo de impacto (RETSCH SR300, Staufen, Alemania) con malla de 1 mm y se analizaron para determinar su contenido de: MS a 105°C (AOAC, 1980), nitrógeno total (Leco Instruments, Inc., St. Joseph, MI), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) (Van Soest et al., 1991) en un Analizador de Fibra Ankom (Ankom Technology Corp., Fairport, NY) utilizando alfa-amilasa termoestable y sulfato de sodio, grasa cruda y cenizas (AOAC, 1980); su contenido de carbohidratos no-fibrosos (CNF) se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula: CNF, % de la materia seca = 100 - (% proteína cruda + % fibra detergente neutro + % grasa cruda + % cenizas). El porcentaje de proteína cruda (PC) se calculó multiplicando el valor del contenido de nitrógeno de las muestras por el factor 6.25. Previo a la determinación del contenido de minerales, submuestras de 0.5 g de cada forraje molido se sometieron a una digestión ácida por

20 minutos en un horno de microondas con alta presión (MARS Xpress, CEM Corporation, Matthews, USA) para eliminar la materia orgánica (Peters, 2003). La concentración de los macrominerales calcio, magnesio, sodio y potasio, y de los microminerales cobalto, cobre, fierro, manganeso y zinc, se midió por espectrofotometría de absorción atómica (Varian modelo AA240). Todas las muestras se analizaron por duplicado (Nicholson et al., 1999). Los datos se manejaron y se analizaron con estadística descriptiva en una hoja de cálculo Excel.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presenta un resumen del contenido de nutrientes de 107 muestras de forraje de maíz: 49 de ensilaje, 41 de rastrojo con grano (RCG) y 17 de rastrojo sin grano (RSG). El valor promedio de la MS del ensilaje de maíz (EM) de las tres localidades, 25.6%, fue menor al valor que reporta el NRC (2001) para un ensilaje normal (35.1%).

Cuadro 1. Composición nutricional del forraje de maíz en establos lecheros de tres municipios de la región Altos de Jalisco.

Forraje	No. De muestras		MS ¹ , %	PC ²	FDN ³	FDA ⁴	EE ⁵	Cenizas	CNF ⁶	
										----- % de la MS ¹ -----
<i>Jalostotitlán</i>										
Ensilaje de maíz	13	Promedio	23.8	9.07	58.6	31.8	3.17	9.37	19.7	
		Mínimo	18.5	6.73	47.7	24.5	2.92	6.78	13.8	
		Máximo	33.8	11.5	65.2	36.6	3.28	12.8	26.6	
Rastrojo con maíz	13	Promedio	78.4	7.29	51.7	28.9	2.44	8.13	30.0	
		Mínimo	66.9	2.44	41.2	21.7	2.26	3.30	14.6	
		Máximo	94.4	8.80	70.0	40.8	2.68	10.9	46.4	
Rastrojo sin maíz	4	Promedio	90.9	3.56	65.9	38.5	1.97	7.40	21.2	
		Mínimo	87.1	1.73	49.9	27.6	1.93	5.23	12.5	
		Máximo	92.6	6.66	75.6	44.0	2.01	10.5	39.5	
<i>San Juan de los Lagos</i>										
Ensilaje de maíz	25	Promedio	26.9	7.97	57.9	30.6	3.16	10.6	20.3	
		Mínimo	14.6	3.91	48.2	24.2	3.02	6.75	2.94	
		Máximo	38.0	10.4	75.1	46.3	3.30	20.1	29.2	
Rastrojo con maíz	2	Promedio	92.4	4.04	50.9	27.2	2.50	6.15	36.4	
		Mínimo	91.7	3.63	47.0	23.0	2.44	5.74	32.4	
		Máximo	93.2	4.46	54.9	31.4	2.55	6.56	40.3	
Rastrojo sin maíz	4	Promedio	87.0	2.30	68.3	38.4	2.39	6.98	20.0	
		Mínimo	86.8	1.67	64.1	34.6	1.99	4.05	15.4	
		Máximo	87.2	3.41	72.2	42.1	2.56	9.69	22.9	
<i>Tepatitlán de Morelos</i>										
Ensilaje de maíz	11	Promedio	26.0	6.46	57.0	27.3	3.14	5.83	27.6	
		Mínimo	11.9	4.47	50.0	20.3	3.02	4.82	8.04	
		Máximo	34.3	9.20	73.6	42.2	3.23	7.09	36.3	
Rastrojo con maíz	26	Promedio	91.6	5.54	46.8	25.0	2.51	4.86	40.3	
		Mínimo	89.8	3.39	34.9	19.9	2.29	3.78	31.0	
		Máximo	93.4	7.92	55.2	30.4	2.68	5.99	53.7	
Rastrojo sin maíz	9	Promedio	91.9	3.20	64.1	37.4	2.00	6.95	23.7	
		Mínimo	90.3	1.84	41.5	22.1	1.92	4.51	10.1	
		Máximo	93.0	5.16	73.3	45.1	2.12	13.6	45.5	

¹Materia seca; ²Proteína cruda; ³Fibra detergente neutro; ⁴Fibra detergente ácido; ⁵Extracto etéreo; ⁶Carbohidratos no

fibrosos.

El EM en Jalostotitlán presentó el menor contenido de MS (23.8%) y CNF (19.7%) y el mayor contenido de PC (9.07%) en comparación con los promedios encontrados en las localidades de San Juan de los Lagos (26.9% de MS, 20.3% de CNF y 7.97% de PC) y Tepatitlán de Morelos (26.0% de MS, 27.6% de CNF y 6.46% de PC). En las tres localidades en estudio el contenido de FDN del RCG fue menor y el de CNF mayor que el de EM posiblemente porque el RCG se cosecha a un estado de madures mas avanzado y, según Lewis et al., (2004), el forraje de maíz presenta un incremento en el contenido de almidón en el grano al avanzar el estado de madurez de la planta. Como se esperaba, el contenido de nutrientes en el RSG, en general, fue menor en comparación con el EM y RCG. En el Cuadro 2 se presenta un resumen del contenido de minerales de las muestras de forraje de maíz. El valor promedio de Ca, Mg, Na y K en el EM de las tres localidades, 0.42%, 0.13%, 0.03% y 1.52%, fue mayor en comparación con el RCG y RSG.

Cuadro 2. Contenido de minerales en el forraje de maíz en establos lecheros de tres municipios de la región Altos de Jalisco.

Forraje	No. De Muestras		% de la MS ¹				ppm en la MS ¹				
			Ca	Mg	Na	K	Co	Cu	Fe	Mn	Zn
<i>Jalostotitlán</i>											
Ensilaje de maíz	13	Promedio	0.54	0.14	0.04	1.90	0.34	7.89	369	44.0	24.6
		Mínimo	0.26	0.11	0.01	1.51	0.09	5.74	135	24.9	14.5
		Máximo	1.16	0.20	0.16	2.98	0.89	13.1	1581	79.1	34.8
Rastrojo con maíz	13	Promedio	0.36	0.14	0.03	1.42	0.78	6.94	555	52.1	19.0
		Mínimo	0.12	0.10	0.00	0.35	0.25	4.72	150	20.2	5.75
		Máximo	0.60	0.15	0.05	2.70	1.97	9.24	1037	130	22.9
Rastrojo sin maíz	4	Promedio	0.33	0.09	0.01	1.35	1.07	6.61	523	57.9	11.5
		Mínimo	0.15	0.08	0.00	1.13	0.68	4.84	230	33.3	6.16
		Máximo	0.62	0.11	0.05	1.63	1.27	9.36	770	94.1	16.7
<i>San Juan de los Lagos</i>											
Ensilaje de maíz	25	Promedio	0.47	0.14	0.04	1.60	0.65	12.9	837	44.6	26.4
		Mínimo	0.24	0.09	0.01	0.78	0.00	4.89	109	18.1	14.7
		Máximo	1.10	0.20	0.21	2.42	2.35	41.5	2579	121	46.1
Rastrojo con maíz	2	Promedio	0.26	0.10	0.00	1.20	0.50	5.40	230	35.6	22.0
		Mínimo	0.22	0.08	0.00	1.14	0.38	4.06	127	22.1	17.3
		Máximo	0.29	0.12	0.01	1.26	0.62	6.74	333	49.1	26.7
Rastrojo sin maíz	4	Promedio	0.24	0.11	0.00	0.92	0.86	6.77	397	67.4	8.11
		Mínimo	0.19	0.10	0.00	0.42	0.61	5.99	202	44.3	6.62
		Máximo	0.30	0.13	0.01	1.77	1.05	8.46	588	89.3	10.8
<i>Tepatitlán de Morelos</i>											
Ensilaje de maíz	11	Promedio	0.25	0.11	0.01	1.06	0.44	7.66	368	39.8	17.8
		Mínimo	0.18	0.05	0.00	0.70	0.14	5.54	143	20.8	10.6
		Máximo	0.35	0.14	0.03	1.67	0.90	12.5	793	65.2	26.6
Rastrojo con maíz	26	Promedio	0.17	0.11	0.00	0.90	1.01	5.21	350	43.0	15.5
		Mínimo	0.08	0.07	0.00	0.62	0.31	3.24	96	22.2	8.89
		Máximo	0.29	0.15	0.01	1.57	6.02	7.36	940	129	24.4
Rastrojo sin maíz	9	Promedio	0.21	0.11	0.02	0.97	1.21	6.65	894	55.3	12.5
		Mínimo	0.11	0.08	0.00	0.37	0.43	4.09	224	28.2	5.70
		Máximo	0.33	0.14	0.18	2.45	2.82	10.0	1573	122	15.9

¹Materia seca.

El contenido de Fe del EM en San Juan de los Lagos, Jalostotitlán y Tepatitlán de Morelos fue de 837, 369 y 368 ppm, respectivamente, valores mucho más altos que los que reporta el NRC (2001) para un ensilaje normal (104 ppm). Los valores de Cu (9.49 ppm) y Zn (22.92 ppm) del EM difieren ligeramente de los reportados por el NRC (2001) para ensilaje normal (6 ppm de Cu y 24 ppm de Zn). El contenido de macrominerales del RSG fue menor que lo observado en EM y RCG; sin embargo, su contenido de los microminerales Co (1.05 ppm), Fe (604.7 ppm) y Mn (60.2 ppm) fue mayor. Yu et al. (2007) encontro valores diferentes para estos minerales en el RSG posiblemente porque el contenido en el suelo donde se cultivo el maíz es diferente.

Conclusiones

El contenido de nutrientes y minerales entre un mismo tipo de forraje de maíz de diferentes localidades, tiene mucha variación, por lo que es recomendable la elaboración de una base de datos para cada localidad. Esto permitiría formular con mayor precisión en las raciones del ganado lechero de Los Altos de Jalisco.

Literatura Citada

- Association of Official Analytical Chemist. 1980. Official Methods of Analysis. 13th ed. AOAC, Washington, DC.
- Castellanos Sevilla, M. E., O. Reynoso Campos, H. Ramírez Vega, J. A. Martínez Sifuentes, O. Iñiguez Gomez, M. A. Wattiaux, J. Blazek y J. J. Olmos Colmenero. Por Publicarse. Sistemas de alimentación de vacas lecheras y calidad de forrajes en Los Altos de Jalisco.
- Lewis, A. L., W. J. Cox, and J. H. Cherney. 2004. Hybrid, maturity, and cutting height interactions on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal* 96:267-274.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cows. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Nicholson, F. A., B. J. Chambers, J. R. Williams, and R. J. Unwin. 1999. Heavy metals contents of livestock feeds and animal manures in England and Wales. *Bioresour. Technol.* 70:23-31.
- Peters, J. B., ed. 2003. Recommended methods of manure analysis. UW ext. publication A3769 cooperative ext. publ. operations, Madison, WI.
- SIAP-SAGARPA. 2009. Estadísticas de producción de leche de bovino. http://www.campomexicano.gob.mx/portal_sispro/index.php?portal=lechebovino. Fecha de consulta: 13 de julio de 2010.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Yu F., S. Deng, P. Chen, Y. Liu, Y. Wan, A. Olson, D. Kittelson y R. Ruan. 2007. Physical and chemical properties of Bio-Oils from microwave pyrolysis of corn stover. *Applied biochemistry and biotechnology* vol.136-140 p. 957-970.

PEQUEÑOS RUMIANTES



INFLUENCIA DEL MÉTODO DE SINCRONIZACIÓN EN LA RESPUESTA REPRODUCTIVA EN OVEJAS DE PELO

INFLUENCE OF THE METHOD OF TIMING IN THE REPRODUCTIVE RESPONSE OF HAIR SHEEP

J. Arroyo¹, Jannette De La Torre¹, Narciso Y. Ávila^{1*}, Marco A. Camacho¹, Alejandro Palacios², Ricardo Ortega² y José L. Espinoza².

¹Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Ciudad Universitaria, Puerto Escondido, Oaxaca, México 91780.

²Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México.

e-mail: reval1997@hotmail.com

Resumen

Para evaluar la respuesta reproductiva en ovejas sincronizadas con P₄ o cloprostenol, se utilizaron 30 ovejas adultas de pelo, asignadas de manera aleatoria a uno de dos tratamientos. Tratamiento 1 (CIDR; n=15), sincronización con dispositivos intravaginales de liberación hormonal controlada con administración en el día 11 de 400 UI de gonadotropina sérica de yegua gestante. Tratamiento 2 (PG; n=15), sincronización de estros con cloprostenol; administración intramuscular de dos dosis de 0.075 mg, con intervalo de 11 días. Se realizaron muestreos sanguíneos cada 24 h en todas las hembras, hasta finalizar el estro; la concentración de progesterona se determinó por radioinmunoanálisis en fase sólida. Se detectaron estros utilizando machos con mandil. El intervalo final de tratamiento – estro, la duración del celo y la concentración de progesterona se compararon entre grupos con un análisis de varianza; la comparación de medias se realizó con Tukey; la proporción de animales con respuesta a los tratamientos se analizó con Chi-cuadrada. 100 % de las hembras en ambos grupos (P>0.05) respondieron a la sincronización. El intervalo final de tratamiento - estro fue mayor (P<0.05) en PG (33.1 ± 2.2 h) en comparación con CIDR (22.2 ± 2.2 h) y la duración del estro fue similar (P>0.05) entre tratamientos (54.2 ± 2.6 y 51.8 ± 2.6 h en CIDR y PG, respectivamente). Las concentraciones de progesterona fueron superiores a 1 ng/ml en CIDR; en PG la disminución en la concentración de progesterona después de la aplicación de cloprostenol indicó su efecto luteolítico, siendo estos protocolos efectivos.

Palabras clave: cloprostenol; ovinos; reproducción, sincronización, estros.

Introducción

La inducción y sincronización del celo en ovejas, consiste en aplicar tratamientos hormonales de tal manera que puedan ciclar durante la temporada de anestro estacional (Córdova *et al.* 1999); o bien, ajustar el estro en tiempos específicos durante la época reproductiva (Wildeus 2000). En regiones tropicales, donde la ovulación ocurre en distintas épocas del año, la sincronización del ciclo estral es una herramienta a utilizar con el propósito de favorecer la difusión de genotipos seleccionados con el propósito de lograr la mejora genética y productiva de los rebaños en conjunto con la aplicación masiva de la inseminación artificial (González-Stangaro, 1993a).

La sincronización del estro se logra al reducir la duración de la fase lútea del ciclo estral con la administración de prostaglandina F₂α (PGF₂α) o sus análogos, los cuales producen una luteólisis controlada; o bien, extendiendo de manera artificial esta fase, utilizando esponjas o dispositivos impregnados con progesterona (P₄) o progestágenos (Uribe-Velásquez *et al.* 2007). Sin embargo, la respuesta reproductiva difiere de acuerdo con el tratamiento hormonal utilizado. Por lo tanto, el propósito del presente estudio fue comparar y evaluar la respuesta reproductiva en ovejas de pelo sincronizadas con P₄ o cloprostenol (análogo de PGF₂α).

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Campo Experimental, Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, geográficamente se localiza a 15° 52' latitud norte y 97° 04' longitud oeste, a nivel del mar. El clima de la región es cálido húmedo (AWo AWI) con lluvias en verano. La precipitación anual varía de 500 a 1500 mm, con una temperatura promedio de 28° C. Se utilizaron 30 ovejas de pelo (cruzas no determinadas Pelibuey x Black Belly x Dorper), adultas, clínicamente sanas, con pesos promedio de 37.8 ± 3 kg. Las ovejas se mantuvieron estabuladas y se alimentaron con 150 g de concentrado comercial, 16 % de proteína cruda, alfalfa deshidratada (*Medicago sativa*) y agua a libre acceso (3.4 Mcal/kg/MS de energía metabolizable), de acuerdo con sus requerimientos nutricionales (PC 8.9, MS 1.2, EM 1.8 Mcal/kg). Previo al inicio del experimento, las ovejas se desparasitaron con Closantil® 5 % (Closantel 50 mg, dosis 2 mL/10 kg P.V.; Chinoín®, México); de manera adicional, se administró, vía IM, 1 mL/animal de vitamina A, D, E (Vigantol®, Bayer). El experimento se llevó a cabo durante la época reproductiva (Arroyo *et al.* 2007), en los meses de noviembre y diciembre.

Las hembras se asignaron de manera aleatoria en uno de dos tratamientos. Tratamiento 1 (CIDR; n=15): sincronización de estros utilizando un dispositivo intravaginal de liberación hormonal controlada; se colocó en las ovejas un CIDR impregnado con 300 mg de P₄ (CIDR®, Pfizer, México) por 11 d, al momento del retiro del CIDR (día 11) se administraron 2 mL (400 UI) de PMSG (Folligon®, Intervet, México), vía intramuscular. Tratamiento 2 (PG; n=15): sincronización de estros con cloprostenol (análogo de PGF₂α); se aplicaron, vía intramuscular, dos dosis de 0.075 mg de Prosolvin C® (Intervet, México), con intervalo de 11 d. Con el propósito de medir la concentración de P₄ durante la sincronización, se realizaron muestreos sanguíneos cada 24 h, se inició al momento de colocar el CIDR o al administrar la primera dosis de PGF₂α (día 0) y se concluyó el día de terminación del estro, en ambos grupos. Las muestras sanguíneas se colectaron en tubos vacutainer heparinizados. Las muestras se centrifugaron a 3000 rpm, durante 15 min. El plasma se separó y almacenó a -20°C, hasta su análisis. La concentración P₄ se determinó por RIA en fase sólida (Pulido *et al.* 1991) en el Laboratorio de Endocrinología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

Ocho horas después de retirar el CIDR (grupo CIDR) o después de aplicar la segunda dosis de PGF₂α (grupo PG), se inició la detección de estros, cada 2 h, durante 15 min. Se utilizaron tres machos adultos provistos con mandil. Se evaluaron las variables intervalo retiro de CIDR y segunda aplicación de PGF₂α – inicio del estro. En ambos grupos se registró la duración del celo y la proporción de hembras que respondieron a los tratamientos.

El Intervalo retiro CIDR o aplicación de la segunda dosis de PGF2 α al estro y la duración del estro se compararon entre grupos con un análisis de varianza, PROC GLM (SAS, 2001). La proporción de animales con respuesta al tratamiento se comparó entre grupos con una prueba de Chi-cuadrada. La concentración de P4 se comparó entre grupos y dentro de grupos con un análisis de varianza, PROC GLM (SAS, 2001); la comparación de medias dentro de grupo y entre grupos se realizó con el estadístico de prueba Tukey.

Resultados y Discusión

En el presente estudio, 100 % de las ovejas de ambos grupos respondieron al tratamiento ($P>0.05$) mostrando celo (Cuadro 1), lo cual coincide con los resultados de Kohno *et al.* (2005) y Córdova-Izquierdo *et al.* (2008). Los intervalos retiro de CIDR y segunda aplicación de PGF2 α - estro, fueron diferentes ($P<0.05$). El celo ocurrió a las 22.2 ± 2.2 h en el grupo CIDR, 11 h antes que en el grupo PG (Cuadro 1). El intervalo final de tratamiento - inicio del estro, en ambos grupos, es menor que el reportado por Martínez *et al.* (2008), en ovejas sincronizadas con CIDR + GnRH, donde se registró que el estro inició 42.3 ± 3.8 h después de finalizar el tratamiento. En contraste, los resultados del presente estudio coinciden con las observaciones de Kohno *et al.* (2005), donde compararon tres métodos de sincronización de estros: CIDR, esponja impregnada con 500 mg de P4 y esponja impregnada con MAP, insertados por 12 días y reportaron que 100 % de las ovejas mostraron estro 3 días después del retiro de los dispositivos, en promedio, el inicio del estro ocurrió a las 23, 33 y 21 h, respectivamente.

Cuadro 1. Respuesta reproductiva en ovejas de pelo criollas con tratamientos de sincronización de estros utilizando un análogo de PGF2 α y dispositivos intravaginales (CIDR).

Tratamiento	n	Animales con respuesta al tratamiento (%)	Intervalo final de tratamiento al estro (h; media \pm E.E.)	Duración del estro (h; media \pm E.E.)
CIDR	15	100 ^a	22.2 ± 2.2^a	54.2 ± 2.6^a
PG	15	100 ^a	33.1 ± 2.2^b	51.8 ± 2.6^a

^{a,b,c,d} Distintas literales en la misma columna indican diferencias ($P<0.05$).

CIDR: Sincronización de estros con CIDR (300 mg de P4) colocado vía intravaginal por 11 d y una administración de PMSG (400 UI/IM) al retirar el dispositivo.

PG: Sincronización de estros con dos inyecciones de un análogo sintético de prostaglandina F2 α (0.075 mg prosolvin C®, intramuscular) administradas con intervalo de 11 días.

La duración del estro fue similar ($P>0.05$) entre grupos (Cuadro 1). Al respecto, González-Stagnaro *et al.* (1993b) reportaron que en cabras, en ovejas criollas y mestizas West African, cuando se utilizan prostaglandinas naturales y análogos en una o dos inyecciones, con intervalos de 8 a 11 d, después de 3 a 5 d se observan celos en 100 % de las hembras, con una duración de hasta 5 d, lo que equivale a 120 h. Cambellas (1993) indicó que la duración del estro en ovejas sincronizadas varía según la raza y el protocolo utilizado; por ejemplo, ovejas de la raza Black Belly, sin tratamiento de sincronización, mostraron una duración del estro de hasta 42 h y usando un método de sincronización con progestágenos por 14 d, el estro se prolongó hasta 72 h. Lo anterior coincide con las observaciones del presente estudio, en el cual, al utilizar el CIDR (P4), la duración del estro fue de 54.2 ± 2.6 h, valor superior al observado con el uso de cloprostenol

(Cuadro 1). Gordon (1997), señaló que la duración del estro en ovejas varía de 24 a 48 h; sin embargo, puede incrementarse hasta en 50 % en ovejas con ovulación múltiple. González *et al.* (2000) indicaron que la duración del estro puede disminuir a la mitad cuando las hembras permanecen de manera continua con el macho. Los reportes para la duración del estro indican mayor variabilidad cuando las cabras y ovejas son tratadas con progestágenos y menor variación cuando se utilizan prostaglandinas (Romano, 1998). Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio.

La concentración de P₄ en ambos grupos se asocia con la respuesta fisiológica de las hembras al tratamiento hormonal administrado (Cuadro 2). En el tratamiento CIDR, la concentración mayor a 1 ng/mL, observada del día 0 al 11, es similar a la de ovejas con un CL funcional. Esto indica que el dispositivo intravaginal liberó P₄ de manera efectiva, simulando la fase lútea del ciclo estral. Por lo tanto, la maduración folicular y la ovulación se suprimieron. El día 12, 24 h después de retirar el CIDR, se observó una disminución (P<0.05) en la concentración de P₄, respuesta esperada al retirar la fuente exógena de esta hormona.

La concentración de P₄ menor a 1 ng/mL, es característica de ovejas en fase folicular, lo cual confirma, que las hembras tratadas se encontraban en dicha etapa del ciclo estral, del día 12 al 14, lo cual coincidió con el inicio del estro a las 22.2±2.2 h posteriores al retiro del CIDR. Intervalo menor que el reportado por Fenton *et al.* (1997), en un estudio donde trataron ovejas con CIDR por 11 d, durante la época reproductiva y registraron que el estro ocurrió entre 33 y 34 h posteriores al retiro de los dispositivos.

La concentración de P₄ en el grupo PG, demostró el efecto luteolítico del cloprostenol (Cuadro 2). El día 0 de tratamiento, la concentración de P₄ fue de 3.7±0.65 ng/mL; se observó una reducción (P<0.05) 24 h después, día 1 (0.87±0.26 ng/mL), lo cual indicó que los CL en las hembras fueron lisados por la acción del análogo de prostaglandina. Esta lisis lútea indujo una fase folicular, la cual ocurrió del día 1 al 4; posteriormente se observa incremento (P<0.05) en la concentración de P₄. Las concentraciones observadas, mayores a 1 ng/ml indicaron la formación de nuevos cuerpos lúteos, los cuales se mantuvieron funcionales hasta el día 11, momento en que se administró la segunda dosis del análogo de PGF₂α, esto indujo la lisis de los CL e inició una nueva fase folicular en 100 % de las hembras. Uribe-Velásquez *et al.*, (2010), evaluaron el crecimiento folicular en un grupo de ovejas tratadas con dos inyecciones de PGF₂α y reportaron que en todas las hembras, se observó, por ecografía, un cuerpo lúteo funcional al momento de administrar el fármaco, el cual se lisó por la acción luteolítica del análogo de PGF₂α (cloprostenol). En dicho estudio, la ovulación ocurrió 24 a 36 h después de la manifestación del estro. Entonces, una alternativa para la sincronización del estro es el uso de la prostaglandina F₂α, factor luteolítico que provoca la regresión del CL, interrumpiendo la fase progestacional del ciclo estral e iniciando un nuevo ciclo (Uribe-Velásquez *et al.*, 2010).

Cuadro 2. Concentración de progesterona (P₄) en ovejas de pelo criollas bajo dos métodos de sincronización de estros, dispositivos intravaginales (CIDR) y un análogo de PGF2 α .

Día de tratamiento	Concentración de P ₄ (ng/ml; media \pm E.E.)		Probabilidad
	Tratamiento		
	CIDR	PG	
0	5.92 \pm 0.75 ^a	3.70 \pm 0.65 ^a	*
1	6.20 \pm 0.58 ^a	0.87 \pm 0.26 ^{cd}	*
2	7.38 \pm 0.74 ^a	0.55 \pm 0.05 ^d	*
3	7.08 \pm 0.68 ^a	0.48 \pm 0.04 ^d	*
4	5.92 \pm 0.76 ^a	0.99 \pm 0.12 ^{cd}	*
5	7.39 \pm 0.99 ^a	1.12 \pm 0.20 ^{cd}	*
6	6.27 \pm 0.72 ^a	1.60 \pm 0.18 ^{cd}	*
7	5.57 \pm 0.57 ^a	2.15 \pm 0.18 ^{bc}	*
8	5.25 \pm 0.58 ^{ab}	3.26 \pm 0.30 ^{ab}	*
9	4.48 \pm 0.62 ^{abc}	3.89 \pm 0.29 ^a	NS
10	2.77 \pm 0.26 ^{bc}	4.47 \pm 0.37 ^a	*
11	2.35 \pm 0.22 ^{cd}	4.37 \pm 0.55 ^a	*
12	0.26 \pm 0.02 ^d	0.62 \pm 0.06 ^d	*
13	0.27 \pm 0.04 ^d	0.39 \pm 0.03 ^d	*
14	0.24 \pm 0.28 ^d	0.22 \pm 0.02 ^d	*

^{a,b,c,d} Medias con distinta literal en la misma columna indican diferencia estadística (P<0.05).

* Medias en la misma fila indica diferencia significativa (P<0.05).

NS: Medias en la misma fila indica diferencia no significativa (P>0.05).

CIDR: Sincronización de estros con CIDR (300 mg de P₄) colocado vía intravaginal por 11 d y una administración de PMSG (400 UI/IM) al retirar el dispositivo.

PG: Sincronización de estros con dos inyecciones de un análogo sintético de PGF2 α (0.075 mg prosolvin C®, intramuscular) administradas con intervalo de 11 d.

En el presente estudio, se observaron diferencias (P<0.05) en la concentración de P₄ entre tratamientos, lo cual era de esperarse, considerando los distintos efectos fisiológicos inducidos por los dos métodos de sincronización, ya que en el grupo CIDR, el dispositivo mantuvo un nivel de P₄ constante hasta el momento de su retiro y en el grupo PG, el análogo de PGF2 α , lisó el CL y eso generó concentraciones variables de la hormona durante el protocolo de sincronización (Cuadro 2). La respuesta fisiológica inducida por los tratamientos corresponde con el efecto fisiológico clásico de los fármacos exógenos administrados. Los valores de las concentraciones plasmáticas de P₄ antes de la ovulación, en el presente experimento, coinciden con los reportes de Scaramuzzi y Roadford (1983) y Amiridis *et al.* (2005), quienes encontraron valores menores a 1 ng/ml durante la fase folicular. Las concentraciones plasmáticas de P₄ entre tratamientos fueron diferentes (P<0.5) de los días 0-8, lo cual corresponde con la etapa fisiológica inducida (fase folicular y fase lútea), a partir del día 9 no se encontró diferencia (P>0.05) entre grupos, siendo hasta el día 11 del tratamiento cuando se observaron valores menores a 1 ng/ml.

Conclusiones

En ovejas de pelo, la sincronización con base en P₄ o cloprostenol induce el estro en 100 % de las hembras tratadas. La administración de P₄ (CIDR) + 2 ml (400 UI) de PMSG adelanta la presentación del estro además de producir una efectiva sincronización del celo, con niveles de P₄ hasta de 7.39 ± 0.99 (ng/ml; media ± E.E). En contraste, la administración de cloprostenol (análogo de PGF₂α) lisa el cuerpo lúteo, lo cual se infirió por los valores de P₄ menores a 1 ng/ml, 24 h después de la aplicación del fármaco. Los tratamientos de sincronización utilizados no modificaron la duración del estro. La concentración de P₄ es un indicador de la respuesta fisiológica de la oveja durante los protocolos de sincronización de estros y por lo tanto, se puede utilizar como referencia para evaluar la efectividad de la administración de fármacos hormonales exógenos en ovejas de pelo en regiones tropicales.

Literatura Citada

- Amiridis G. S., Valasi I., Menegatos I. 2005. Luteal stage dependence of pituitary response to gonadotrophin-releasing hormone in cyclic dairy ewes subjected to synchronization of ovulation. *Reprod. Fert. Develop.* 17: 769-774.
- Arroyo L.J., Gallegos-Sánchez J., Villa-Godoy A., Berruecos J.M., Perera G., Valencia J. 2007. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitude. *Anim. Reprod. Sci.* 102: 24-30.
- Cambellas B.J. 1993. Comportamiento reproductivo en ovinos tropicales. *Revista Científica, FCV-LUZ.* 3: 135-141.
- Córdova I.A., Ruiz L.G., Saltijeral O.J., Pérez G.J.F., Degefa D.T. 1999. Inducción y sincronización de celos en ovejas criollas anestrícas estacionales con esponjas vaginales impregnadas en FGA y PMSG inyectable. *Arch. Zootec.* 48: 437-440.
- Córdova-Izquierdo A., Córdoba-Jiménez M., Córdoba-Jiménez C.A., Guerra-Liera J.E. 2008. Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Rev. Vet.* 19: 67-79.
- Fenton L.S., Shackell G.H., Ramsay M.L., Dodds K.G., Reid P.J., Mcleod B.J. 1997. Influence of year, age, and geographical location on induced oestrus in ewes early in the breeding season. *N. Z. J. Agric. Res.* 40: 69-74.
- González-Stagnaro C. 1993a. Control del ciclo estrual en ovejas y cabras en el medio tropical. *Revista Científica, FCV-LUZ* 3: 211-229.
- González-Stagnaro C. 1993b. Comportamiento reproductivo de ovejas y cabras tropicales. *Revista Científica, FCV-LUZ* 3: 173-196.
- González R.G.A., Vázquez M., Duarte O., Gonzáles R.A. 2000. Efecto del morueco y la época de empadre sobre el comportamiento reproductivo en ovejas Pelibuey y Blacbelly. *Memoria XXIX Reunión Nacional de la Asociación Mexicana de Producción Animal.* Chiapas, México, 27-30 de Septiembre.
- Gordon I. 1997. *Controlled Reproduction in Sheep and Goats.* Cab. International. Vol. 2. Dublin, Ireland. 444 p.
- Kohno H., Okamoto C., Lida K., Takeda T., Kaneko E., Kawashima C., Miyamoto A. & Fukui Y. 2005. Comparison of estrus induction and subsequent fertility with two different intravaginal devices in ewes during the non-breeding season. *J. Reprod.* 51: 805-812.
- Martínez T.J.J., Sánchez T.E.M.T., Torres H.G., Herrera J.G.H., Bucio A.L., Rojo R.R., Hernández M.J. 2008. Comportamiento reproductivo de ovejas F1 (Darama X Merino) sincronizadas con CIDR y dos tiempos de aplicación de GnRH. *Univ. Ciencia.* 24: 175-182.
- Pulido A., Zarco L., Galina C.S., Murcia C., Flores G., Posadas E. 1991. Progesterone metabolism during storage of blood samples from Gyr cattle: effects of anticoagulant, time and temperature of incubation. *Theriogenol.* 35: 965-975.
- Romano J.E. 1998. Effect of two doses of cloprostenol in two schemes of Oestrus synchronization in Nubian goats. *Small Rum. Res.* 30: 99-103.
- SAS. 2001. *User's Guide (Release 8.12) Statistics SAS.* Inst. Cary. NC.

2da. Reunión internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y producción Animal – 2012
Mesa de trabajo: Pequeños Rumiantes

- Scaramuzzi R.J., Radford H.M. 1983. Factors regulating ovulation rate in the ewe. *J. Reprod. Fert.* 69: 353-367.
- Uribe-Velásquez L.F., Oba E., Lenz S.M. 2007. Respuesta endocrina y ovárica a la sincronización del estro y de la ovulación utilizando CIDR y eCG en ovejas. *Vet. Zootec.* 1: 9-17.
- Uribe-Velásquez L.F., Oba E., Souza M.I.L., Vélez M.M., Correa O.A. 2010. Desarrollo folicular en ovejas durante el ciclo estral natural e inducido con prostaglandinas. *Revista Científica, FCV-LUZ* 20: 417-421.
- Wildeus S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *J. Anim. Sci.* 77: 1-14.

RESPUESTA EN COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVINOS PELIBUEY ALIMENTADOS CON TANINOS EN LA DIETA

ANIMAL PERFORMANCE RESPONSE OF PELIBUEY SHEEP FED WITH TANNINS IN THE DIET

Marco A. Ayala¹, Omar Hernández¹, David Hernández¹, Silvia López², Gilberto Aranda³ y Jesús A. Ramos⁴.

¹Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo, ²Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz, ³UACh-Zootecnia, ⁴Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco.

Resumen

El objetivo fue evaluar la inclusión de follaje de Guácimo (*Guazumaulmifolia*) como fuente de taninos en la dieta de ovinos, en el comportamiento productivo. El experimento se realizó en la Granja Experimental del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. Se utilizaron 28 ovinos machos Pelibuey, peso inicial promedio de 23.6 ± 1.0 kg, distribuidos homogéneamente en 4 grupos (7 animales cada uno), alojados en corraletas individuales, y asignados al azar a cada uno de cuatro tratamientos evaluados: 1) Testigo (dieta base), 2) Dieta base + 1.5% taninos base seca, 3) Dieta base + 2.5% base seca, y 4) Dieta base + Vit. E. Las variables medidas fueron: consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP), conversión (CA) y eficiencia alimenticia (EA), rendimiento en canal caliente (RCC) y fría (RCF), rendimiento biológico en canal caliente (RBCC) y fría (RBCF). Se utilizó un Diseño Completamente al Azar. Los resultados se analizaron con el Proc GLM de SAS, y la prueba de Tukey para comparación de medias. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos en ninguna de la variables evaluadas (Cuadro 1), con valores promedio para CMS, GDP, CA, EA, RCC, RBCC, RCF y RBCF de $1.43 \text{ kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$, $0.269 \text{ kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$, 5.42, 0.187, 52.26, 58.39, 50.23 y 56.13, respectivamente. Se concluye que la inclusión de follaje de Guácimo como fuente de taninos en la dieta de ovinos en finalización no afecta los parámetros productivos, considerándose entonces una alternativa viable de alimentación ovina.

Palabras clave: Arboles forrajeros, *Guazumaulmifolia*, consumo de materia seca, taninos, borregos.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the inclusion of forage of Guácimo (*Guazumaulmifolia*) as a source of tannins in the diet of finishing sheep and their animal performance response. The experiment was carried out at the Sheep Unit of the Colegio de Postgraduados Experimental Farm in Montecillo, México State. Twenty-eight Pelibuey male sheep were used, with initial live-weight of $23.6 + 1.0$ kg, distributed homogeneously into 4 groups of 7 animals each, allocated in individual pens. The groups were randomly assigned to one of each of treatment under study: 1) control (basal diet), 2) Basal diet + 1.5% tannins-dry basis, 3) Basal diet + 2.5% tannins-dry basis, and 4) Basal diet + Vit. E. The evaluated variables were: dry matter intake (DMI), average daily gain (ADG), feeding conversion (FC), feeding efficiency (FE), hot(HCY) and cold (CCY)carcass yield, biological hot carcass yield (BHCY), and biological cold carcass yield (BCCY). A Completely Randomized Design was used. Results were analyzed using the Proc GLM of SAS, and the Tukey test for mean comparison. There were not differences ($P > 0.05$)

between treatments in any of the evaluated variables, with mean values for DMI, ADG, FC, FE, HCY, BHCY, CCY and BCCY of 1.43 kg animal⁻¹ day⁻¹, 0,269-kg animal 1 day⁻¹, 5.42, 0.187, 52.26, 58.39, 50.23 and 56.13, respectively. It is concluded that the inclusion of Guácimofoliage as a source of tannins into the sheep diet does not affect animal performance, which means that we can use it as an alternative for feeding sheep.

Key words: tree fodder, *Guazumaulmifolia*, dry matter intake, tannins, sheep.

Introducción

Los altos costos de producción por concepto de alimentación en los sistemas de producción ovina en el país, debido al aumento excesivo de los costos en los insumos, particularmente los granos, ha llevado a buscar otras alternativas, como el uso forrajeros. En este sentido, los árboles con potencial forrajero, se presentan como una opción viable, no solo porque disminuye los costos de producción, sino porque posibilita la obtención de un producto de mejor calidad (Priolo *et al.*, 2001), mismo que puede verse como valor agregado del sistema de explotación. La desventaja de algunos árboles como el Guácimo (*Guazumaulmifolia*), Ramón (*Brosimumalicastrum*) y Cocoíte (*Gliricidia sepium*), es su contenido de taninos, considerados factores anti-nutricionales, por estar ligados a fibra, disminuyendo la digestibilidad, y por tanto el consumo de MS (Dawson *et al.* 1999); además, por su sabor astringente, disminuye la palatabilidad por lo que es rechazado por el animal (Ramos, 1998) y consecuentemente, la producción animal baja. El objetivo de este estudio fue evaluar la inclusión de follaje de Guácimo como fuente de taninos en la dieta de ovinos en finalización, y su respuesta en el comportamiento productivo.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó de Julio a Septiembre de 2011, en el Módulo de Producción Ovina de la Granja Experimental del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Estado de México. Se utilizaron 28 ovinos machos de raza Pelibuey con un peso inicial promedio de 23.6 ± 1.0 kg, distribuidos homogéneamente en 4 grupos de 7 animales cada uno, alojados en corraletas individuales provistos de sombra y equipados con comederos y bebederos. Los grupos fueron asignados al azar a cada uno de cuatro tratamientos evaluados: 1) Testigo (dieta base), 2) Dieta base + 1.5% taninos base seca, 3) Dieta base + 2.5% base seca, y 4) Dieta base + Vit. E. Antes de iniciar la fase productiva se realizó un tratamiento profiláctico con desparasitante (Closantel, 10 mg/kg P.V. Vía oral), Bacterina (Bobact-8, 2.5 ml/animal, vía IM), y Vitaminas ADE (1ml/50 kg. P.V. Vía IM). Durante el periodo experimental, los animales se pesaron al inicio, al final, y a intervalos de 15 días, con un periodo de adaptación de 6 días a las dietas experimentales. La alimentación se ofreció a las 8:00, y 16:00 horas, ofreciendo 60 y 40 % de la cantidad de alimento al día. El alimento rechazado se pesó diariamente, antes de ofrecer la siguiente alimentación. El agua se ofreció *ad libitum* disponible en bebederos. Se midieron las siguientes variables: consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP) conversión alimenticia (CA), eficiencia alimenticia (EA), rendimiento en canal caliente (RCC), rendimiento biológico en canal caliente (RBCC), rendimiento en canal fría (RCF), rendimiento biológico en canal fría (RBCF). Se utilizó un diseño Completamente al Azar con 4 tratamientos y 7 repeticiones, y los resultados se realizaron con el Proc GLM de SAS, y la prueba de Tukey para comparación de medias Steel y Torrie (1989).

Resultados y Discusión

Los niveles de taninos en la dieta no afectaron ($P>0.05$) el comportamiento productivo en ninguna de las variables evaluadas, con valores promedio para CMS, GDP, CA, EA, RCC, RBCC, RCF y RBCF de 1.43 kg animal⁻¹ día⁻¹, 0.269 kg animal⁻¹ día⁻¹, 5.42, 0.187, 52.26, 58.39, 50.23 y 56.13, respectivamente (Cuadro 1). Resultados similares reportó Resendiz *et al.* (2011), para el mismo tipo de animales, solo que incluyendo diferentes concentraciones de alfalfa en la dieta. Dichos resultados contrastan con lo reportado por Macías *et al.* (2010) y Partida *et al.* (2009), quienes encontraron GDP inferiores a 0.180 kg animal⁻¹ día⁻¹ en borregos Pelibuey, cuando se alimentaron con dietas integrales. La CA promedio fue de 5.42, resultado mayor a lo reportado por Resendiz *et al.* (2011), pero menor a lo reportado por Partida *et al.* (2009), quienes encontraron valores promedio de 4.7 y 6.6, respectivamente. La EA promedio fue de 0.187, menor a lo reportado por Resendiz *et al.* (2011) quienes reportaron una eficiencia alimenticia de 0.212. El CMS promedio fue de 1.43 kg animal⁻¹ día⁻¹, mayor a lo reportado por Ríos *et al.* (2012) y Hernández *et al.* (2011) usando dietas a base de desecho de garbanzo y rastrojo de maíz, respectivamente, y cuyo CMS promedio fue de 1 kg animal⁻¹ día⁻¹. Esto indica que el nivel de taninos adicionados a la dieta de borregos a través del follaje de Guácimo, no afectó negativamente el CMS, a pesar de ser considerados como factores anti-nutricionales (Pedraza, 2008), y que por su astringencia, disminuyen la palatabilidad (Ramos, 1998). Este comportamiento sugiere que la adición de follaje de Guácimo como fuente de taninos puede ser una alternativa viable en la engorda de borregos, ya que se obtienen ganancias superiores a las reportadas por otros autores. Es pertinente mencionar que otros factores como la calidad nutritiva de la dieta y la palatabilidad de los alimentos son factores que influyen en el consumo de los alimentos (Hernández *et al.*, 2011) y en consecuencia, en las ganancias diarias de peso y la conversión alimenticia, y en este caso, es de considerarse el alto valor nutritivo que tiene el Guácimo, cuyo contenido de proteína oscila entre 12 y 30 % (Sosa *et al.* 2000; 2004; Carranza *et al.* 2003; López *et al.* 2008).

Cuadro 1. Comportamiento productivo en ovinos alimentados con follaje de Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) como fuente de taninos.

Variable	Testigo	Taninos	Taninos	Testigo+Vit. E	EE	P
		1.5 %	2.5 %			
CMS (kg/día)	1.40 ^a	1.48 ^a	1.43 ^a	1.40 ^a	0.060	0.8024
GDP (kg/día)	0.271 ^a	0.258 ^a	0.286 ^a	0.262 ^a	0.020	0.7810
Conversión alimenticia	5.31 ^a	5.85 ^a	5.08 ^a	5.45 ^a	0.268	0.2652
Eficiencia alimenticia	0.191 ^a	0.174 ^a	0.198 ^a	0.184 ^a	0.009	0.3210
RCC (%)	51.91	52.00	52.64	52.51	0.622	0.7953
RBCC (%)	58.50	57.99	59.08	57.99	0.961	0.8301
RCF (%)	50.68	49.46	50.80	50.00	0.615	0.3932
RBCF (%)	57.12	55.15	57.02	55.21	0.919	0.2663

a, b, c: medias con literales distintas en cada fila son diferentes (P>0.05)

Conclusiones

Se concluye que la inclusión de follaje de Guácimo como fuente de taninos en la dieta de ovinos en finalización no afecta los parámetros productivos, considerándose entonces una alternativa

viable de alimentación ovina. Más investigación es necesaria, tomando en consideración diferentes fuentes, niveles y tiempo de alimentación con taninos en la dieta para borregos.

Literatura Citada

- Carranza, M. M. A., Sánchez, V. L. R., Pineda L. M. R., Cuevas, G. R. 2003. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la sierra de Manantlán, México. *Agrociencia* 37 (2): 203-210.
- Dawson, J. M., Buttery, P. J., Jenkins, D., Wood, C.D., Gill, M. 1999. Effects of dietary Quebracho tannin on nutrient utilization and tissue metabolism in sheep and rats. *J. Sci. Food Agric.* 79:1423-1430.
- Hernández, C. L. 2011. Calidad de la canal y carne de corderos complementados con aceites y rastrojo de maíz. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo.
- López, H. M. A., Rivera, L. J. A., Ortega, R. L., Escobedo, J. G., Magaña, M. M. A., Sanginés, G. J. R., Sierra, V. A. C., 2008. Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo. *Téc. Pecu. Méx*; 46(2):205-215.
- Macías, C. U., Álvarez, V. F. D., Rodríguez, G. J., Correa, C. A., Torrentera, O. N. G., Molina, R. L., Avendaño, R. L. 2010. Crecimiento y características de canal en corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *ArchMedVet*42:147-154.
- Partida, P. J., Braña, V. D., Martínez, R. L. 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruces con Suffolk y Dorset. *Tec. Pec. Méx.* 47(3):313-322.
- Priolo, A., Micol, D., Agabriel, J. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat color and flavour. A review. *Anim. Res.* 50:185-200.
- Ramos, G., Frutos, P., Giráldez, F.J., Mantecón, A.R. 1998. Plants secondary compounds in herbivores nutrition. *Arch. Zootec.* 47:597-620.
- Resendiz, C. V. 2011. Finalización de borregos Pelibuey utilizando dietas con diferentes niveles de alfalfa: Respuesta en producción y calidad de la carne. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo.
- Ríos, R. F. G., Barragán, B. H., Cerrillo, S. M. A., Angulo, E. A., Juárez, R. A. S., Reyes, O. J. F. Obregón, J. F., Loera, P. J. J. 2012. Carcass characteristics, primal cut yields and tissue composition of Katahdin x Pelibuey lambs fed cull-chickpeas. *RevMexCiencPecu*3(3):357-371
- SAS, (2003). User's Guide. Statics, Release 8.2. SAS Institute Inc, NC, USA.
- Sosa, R. E. E., Sansores, L. L. I., Zapata, B. G., Ortega, R. L. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Téc. Pecu. Méx.* 38(2): 105-117.
- Sosa R. E. E., Pérez R. D., Ortega R. L., Zapata, B. G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Téc. Pecu. Méx.* 42 (2): 129-144.
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1989. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 1ª. Edición en Español. Editorial McGraw-Hill/Interamericana de México. 622 pp.

Proyecto parcialmente financiado por el Fideicomiso 167304 y la LPI-2 (Agroecosistemas sustentables) y LPI-7 (Inocuidad alimentaria), del Colegio de Postgraduados.

USO DE GRANO DE FRIJOL DE DESECHO EN LA SUPLEMENTACIÓN DE BORREGAS DE PELO EN GESTACIÓN-LACTANCIA

USE OF CULL PINTO BEAN IN PREGNANT-LACTATING HAIR EWES SUPPLEMENTATION

Francisco Castillo², Guillermo Villalobos¹, David Domínguez¹, Juan Á. Ortega¹, y Leonor Cortés¹

¹ Profesor-Investigador en la Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH.

² Alumno Graduado de la Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Investigador en El Sitio Experimental La Campana, INIFAP.

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de tres niveles de grano de frijol de desecho sobre el comportamiento productivo, balance energético y digestibilidad de borregas de pelo durante la gestación-lactancia. Se usaron 168 borregas de la raza Pelibuey (105 multíparas y 63 primíparas). Para cada tipo se asignaron aleatoriamente 7 borregas a 1 de 24 corrales. Después 8 corrales a 1 de 3 tratamientos. Los tratamientos fueron (% MS): 1) 0% (CON); 2) 25% (F25); y 3) 50% (F50) de grano de frijol de desecho en el suplemento. En las borregas se evaluó el CPC, CC, AGNE's CMS, digestibilidad de la MS, PC, y FDN; la información fue analizada con el procedimiento MIXED. En las crías se midió el PN y el PD; esta información se evaluó con el procedimiento GLM. La información se analizó mediante un diseño completamente al azar. No se encontró efecto ($P \geq 0.05$) de tratamiento para CPC, CC, AGNE's, y PD. El CMS fue diferente ($P \leq 0.03$) entre tratamientos durante la gestación. Para PN se observó diferencia ($P \leq 0.0001$) entre tratamientos. Al final de la gestación se observaron diferencias ($P \leq 0.002$) para DMS en el día 30 de lactancia, para DFDN ($P \leq 0.004$) en el día 60, y para DPC ($P \leq 0.03$) al final de la misma. El grano de frijol de desecho es una alternativa de alimentación en borregas, recomendándose hasta en un 50% del suplemento en gestación y 40% durante la lactancia.

Palabras clave: frijol de desecho, suplementación, gestación, lactancia, borregas.

Introducción

Las etapas críticas en los sistemas ovinos son la gestación y la lactancia, ya que en ellas se obtiene el producto que proporcionará los ingresos a la explotación. Para mantener la condición corporal de las borregas durante estas etapas es necesario suplementarlas (Godfrey y Dodson, 2003). Dixon y Hosking (1992) mencionan que una estrategia es la suplementación con granos de leguminosa. El aumento de la actividad de la industria productora de biocombustibles ha traído como resultado un incremento en el costo de los granos usados (Gun et al., 2010). Para mantener la rentabilidad los productores pecuarios buscan nuevas alternativas para reducir los costos de producción. Una de ellas es el uso de grano de frijol de desecho (GFD); se ha observado que su uso en la alimentación de borregas mejoró el peso corporal (Hamadeh et al., 1989), mientras que en corderos en finalización disminuyó la GDP (Villalobos, 2010). Por su parte Castillo et al (2012) reportaron una disminución en el CMS cuando se agregó GFD en la dieta de corderos. El objetivo fue determinar el efecto de tres niveles de GFD en el suplemento sobre el comportamiento productivo, digestibilidad de nutrientes y balance energético de borregas de pelo en gestación-lactancia.

Materiales y Métodos

El presente experimento comprendió la suplementación de borregas durante el último tercio de gestación y la lactancia.

Prueba de comportamiento. Se usaron 168 borregas de la raza Pelibuey (105 multíparas y 63 primíparas). Dentro de cada tipo se asignaron aleatoriamente 7 borregas a 1 de 24 corraletas. Después se asignaron aleatoriamente 5 corraletas de multíparas y 3 de primíparas a 1 de 3 tratamientos. Los tratamientos fueron (% MS del suplemento): 1) 0% de GFD (**CON**); 2) 25% de GFD (**F25**), y 3) 50% de GFD (**F50**). Los animales se alimentaron en confinamiento y recibieron un periodo de adaptación de 8 d. El alimento se ofreció diariamente (1000 h) siendo los suplementos iso-energéticos e iso-proteicos (Cuadro 1) y formulados para cubrir los requerimientos para cada etapa productiva (NRC, 2006). Se proporcionó a las crías suplementación pre-destete en los últimos 20 d de lactancia, el cual estaba diseñado para contener 26.2% de PC y 2.83 Mcal de EM/kg de MS. Durante la lactancia, las borregas primíparas del grupo F50 presentaron diarreas mecánicas asociadas al porcentaje de GFD presente en la dieta, por lo que se realizó un ajuste al 40% de GFD en el suplemento sin alterar la cantidad ofrecida por día (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ingredientes y composición química de los suplementos (% MS) para borregas en gestación – lactancia alimentadas con tres diferentes niveles de grano de frijol de desecho (*Phaseolus vulgaris*).

Ingredientes, %	Tratamientos						
	CON		F25		F50		Ajuste
	G	L	G	L	G	L	40%
Grano de frijol de desecho	0	0	25.8	26.6	51.8	51.5	43.7
Sorgo molido	66.8	34.7	62.6	17.6	42.1	25.1	28.2
Grano seco de destilería de maíz	30.4	47.2	8.8	44.3	3.3	5.1	6.3
Harinolina	0	15.7	0	9.1	0	15.9	19.4
Sal	1.4	1.2	1.4	1.2	1.4	1.2	1.2
Pre-mezcla mineral**	1.4	1.2	1.4	1.2	1.4	1.2	1.2
Composición química calculada (% MS)							
PC	15.4	21.8	15.4	21.8	15.4	21.8	21.8
EM (Mcal/kg)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Ca	0.25	0.25	0.22	0.23	0.2	0.21	0.22
P	0.57	0.65	0.45	0.51	0.35	0.5	0.51
Cantidad proporcionada (kg/animal/día)							
Concentrado	0.42	0.96	0.42	0.96	0.42	0.96	0.96
Forraje	<i>Ad libitum</i>						

Tratamientos: CON: 0% de inclusión de grano de frijol de desecho en el suplemento; F25: 25% de inclusión de grano de frijol de desecho en el suplemento; F50: 50% de grano de frijol de desecho en el suplemento.

G: Gestación; L: Lactancia.

** Pre-mezcla mineral: contiene un mínimo de 12% de P, 11.5% de Ca, 0.6% de Mg, 2,160ppm de Mn, 2,850 ppm de Zn, 580 ppm de Fe, 1,100 ppm de Cu, 102 ppm de I, 13 ppm de Co, 9 ppm de Se, 220,000 UI/kg de vitamina A, y 24,500 UI/kg de vitamina E.

Variables evaluadas

Las borregas se pesaron 8 d antes de la fecha programada de parto; después se midió el cambio de peso corporal (CPC) durante la lactancia (día 9 post-parto a intervalos de 14 d). En los mismos periodos fue evaluado el cambio de condición corporal (CC), (Russel et al., 1969). El CMS se midió diariamente en cada corraleta. En ambas etapas la corraleta se consideró la unidad experimental, y la información se analizó en periodos de 14 d.

Análisis químico del alimento

Las muestras fueron molidas (criba 1-mm; Molino Wiley, modelo 4, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ), y sometidas a los siguientes análisis: MS, MO, PC, FC, y EE (métodos 934.01, 942.05, 976.05, 962.09, y 920.39 respectivamente) (AOAC, 2003). Las concentraciones de FDN y FDA se determinaron secuencialmente de acuerdo al método de Van Soest (1991) utilizando el analizador de fibras ANKOM 200 (Ankom Technology, Fairport, NY).

Digestibilidad de nutrientes

Se usaron 8 hembras (4 multíparas y 4 primíparas) de cada tratamiento, las cuales se seleccionaron aleatoriamente de las borregas presentes en la prueba de comportamiento. Cada borrega se alojó individualmente 10 d antes de la fecha programada del parto y los días 30 y 60 post-parto. La alimentación se ofreció de manera individual y se mantuvo bajo el esquema establecido en la prueba de comportamiento.

Se evaluó la digestibilidad de la MS, PC, y FDN, 8 d antes del parto y los días 35, 65 post-parto. Se tomaron individualmente durante 3 d consecutivos 4 muestras de heces directamente de recto a intervalos de 2 h por día (Domínguez, 2004).

Análisis de laboratorio

Se formó una alícuota de heces para cada borrega (15 g de heces por muestreo). Las muestras de heces fueron secadas (60° C). Posteriormente tanto muestras de heces como de alimento fueron molidas (1-mm. Molino Wiley modelo 4, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ), y sometidas al análisis de N total (método 976.05; AOAC, 2003), FDA y FDN (Van Soest, 1991) como se describe anteriormente. La digestibilidad de nutrientes se determinó usando fibra detergente ácido indigestible (FDAI) como marcador interno (Penning y Johnson, 1983). Para ello, se incubaron en bolsas filtro Ankom® F57 (Daisy^{II}, Ankom Technology, Fairport, NY) 0.35 ± 0.05 g de muestras de heces, forraje y alimento durante 5 d (Mabjeesh et al., 2000). Después de la incubación se determinó la concentración de FDAI en el residuo de la bolsa para calcular la digestibilidad de nutrientes usando las fórmulas de Schneider y Flatt (1975).

Ácidos grasos no esterificados

En la presente prueba se usaron las mismas borregas que para la prueba de digestibilidad.
Variables evaluadas y toma de muestras. Se determinó la concentración de ácidos grasos no esterificados en plasma (AGNE's). Para ello se tomaron 4 muestras sanguíneas (a las 1500 h de los días 5 pre-parto, 20, 40, y 60 post-parto) mediante punción arterial.

Análisis de laboratorio. Las muestras se centrifugaron por 15 min a $2000 \times g$ con una temperatura de $4^{\circ} C$ (Dunshea y Bell, 1988). Los AGNE's en plasma fueron aislados mediante el método de Glaser et al. (2010). Se identificaron y cuantificaron los ácidos palmítico, esteárico y oléico que representan más del 90% del total de los AGNE's en borregas (Pethick et al, 1983). La identificación y cuantificación se llevó a cabo mediante cromatografía de gases con detección de ionización de flama (Clausius 400; Perkin Elmer; Supelco 24110-V SP+M2080., $30m \times 0.25mm$, $0.2 \mu m$ FILM).

Análisis estadístico

La información para CPC, CC, CMS, digestibilidad de la MS, PC, FDN, y AGNE's, se analizó en un diseño completamente al azar con medidas repetidas en el tiempo mediante el procedimiento MIXED (SAS Inst. Inc. Cary, NC). Cuando la prueba de F fue significativa ($P \leq 0.05$) se realizó la separación de medias mediante diferencias de mínimos cuadrados.

Resultados y Discusión

Durante la gestación, el CMS fue diferente ($P \leq 0.0318$) entre tratamientos; sin embargo durante la lactancia fue similar ($P \leq 0.0639$) entre estos (Cuadro 2). La información disponible acerca del uso de granos de leguminosa en la alimentación de borregas en gestación-lactancia es limitada. Williams et al. (1984) y Rush et al. (1998) encontraron que conforme el nivel de frijol incrementa en la dieta de ganado de carne el CMS disminuye, lo que es similar al comportamiento de los tratamientos durante la gestación en el presente experimento. Villalobos et al., (2010) encontraron que el grupo control tuvo un mayor CMS respecto a los tratamientos que incluyeron 10 o 20% de GFD (% MS) en dietas de corderos. Por su parte, Stanford et al., (1999) reportaron una disminución lineal en el CMS cuando el porcentaje de granos de leguminosa en dietas de corderos incrementó. Allen et al., (2009) encontraron que en rumiantes el CMS puede variar de acuerdo a la composición de la dieta o puede alterarse por el estado fisiológico del animal; en el presente estudio se observó un efecto diferente del nivel de GFD sobre el CMS en los dos estados fisiológicos en donde las borregas recibieron dietas diferentes. No se encontró diferencia ($P \geq 0.3671$) entre tratamientos para CPC durante la gestación o lactancia (Cuadro 2). Stanford et al. (1999) reportó resultados similares. La inclusión de GFD hasta un 40% permitió mantener a las borregas su peso corporal sin presencia de diarreas. La presencia de lectinas en este ingrediente reduce la eficiencia digestiva y la absorción de nutrientes. Se asume que en el presente estudio el efecto de este metabolito no afectó el comportamiento productivo de los animales.

En ambas etapas la CC no fue diferente ($P \geq 0.0972$) entre tratamientos (Cuadro 2). En ovinos, la CC se relaciona directamente con el peso vivo. Sanson et al. (1993) reportaron que por cada unidad de cambio en la CC de borregas, es necesaria una diferencia de 5.06 kg de peso vivo. La mayor diferencia en el cambio de peso entre tratamientos a través del experimento fue de 2.4 kg, la cual no fue suficiente para producir diferencias en CC entre tratamientos. La concentración de AGNE's en plasma fue similar ($P \geq 0.4795$) entre tratamientos en ambas etapas (Cuadro 2). Niveles elevados de AGNE's en plasma se presentan debido a la movilización de las reservas grasas con lo cual compensan el bajo consumo de energía (Kouakou et al., 2008). En el presente experimento se esperaba encontrar diferencias en la concentración de AGNE's en plasma, incluso cuando los suplementos fueron iso-energético, dada la presencia de factores anti-nutricionales que en un momento afectarían la absorción y digestibilidad de nutrientes. Duehlmeier et al., (2011) encontraron que un bajo consumo de energía en la última etapa de gestación puede

producir elevadas concentraciones de AGNE's en plasma de borregas durante la lactancia. Los valores presentados en el presente experimento pueden estar asociados con el bajo consumo de nutrientes durante el inicio de la preñez e indican que la similitud en el comportamiento de la CC de los tratamientos se ve reflejada en la concentración de AGNE's en plasma.

Cuadro 2. Comportamiento productivo, balance energético y digestibilidad de nutrientes (\pm EE) de borregas de pelo en gestación-lactancia suplementadas con grano de frijol de desecho

Variable	Tratamientos									
	Gestación					Lactancia				
	CON	F25	F50	EE	<i>P-value</i>	CON	F25	F50	EE	<i>P-value</i>
CMS, kg	1.69 ^a	1.62 ^{ab}	1.59 ^b	0.03	0.0318	2.39 ^a	2.28 ^a	2.4 ^a	0.08	0.0639
CPC, kg	44 ^a	42.7 ^a	42.8 ^a	1	0.3671	41.6 ^a	40.8 ^a	40.6 ^a	0.92	0.6923
CC	2.57 ^a	2.66 ^a	2.59 ^a	0.04	0.0972	2.75 ^a	2.8 ^a	2.76 ^a	0.03	0.4531
AGNE's, mM/l	10.63 ^a	9.48 ^a	10.48 ^a	1.13	0.4795	11.82 ^a	11.48 ^a	11.88 ^a	0.58	0.8705
DMS, %	40.71 ^a	39.78 ^a	41.83 ^a	1.94	0.4613	45.34 ^a	45.45 ^a	42.03 ^a	1.29	0.1026
DPC, %	36.36 ^a	34.28 ^a	39.03 ^a	2.6	0.2068	45.63 ^a	46.56 ^a	41.14 ^b	1.5	0.0563
DFDN, %	35.02 ^a	32.24 ^a	35.76 ^a	2.01	0.2247	34.1 ^a	35.11 ^a	32.31 ^a	1.37	0.3394

Tratamientos: CON: 0% de inclusión de grano de frijol de desecho en el suplemento; F25: 25% de inclusión de grano de frijol de desecho en el suplemento; F50: 50% de grano de frijol de desecho en el suplemento.

Diferente literal dentro de renglón para cada etapa, indica diferencia significativa ($P \leq 0.05$)

No se encontraron diferencias entre tratamientos para DMS ($P \geq 0.1026$) y DFDN ($P \geq 0.2247$) en ambas etapas. Por su parte la DPC fue diferente ($P \leq 0.0563$) durante la lactancia (Cuadro 2), pero no así al final de la gestación ($P \geq 0.2068$). Los factores anti-nutricionales de mayor importancia en los granos de leguminosa son las lectinas y los factores inhibidores de proteasas. Algunos investigadores han demostrado que el alimentar cerdos con frijol de desecho afectó negativamente la DPC, redujo la actividad de la tripsina pancreática, quimiotripsina y amilasa (Myer and Froseth, 1983). Los inhibidores enzimáticos (presentes en el GFD) pueden disminuir la DPC, mientras que las lectinas reducen la absorción de nutrientes (Lajolo and Genovese, 2002). Es importante notar que la disminución de la DPC en la etapa de lactancia no fue suficiente para ocasionar una disminución en el comportamiento productivo de las borregas.

Conclusiones

La inclusión de GFD en un porcentaje mayor al 40% se asocia a desórdenes digestivos. Su inclusión mayor a un 25% en suplementos de borregas lactantes afecta la DPC; sin embargo esta alteración en la digestibilidad no afecta el comportamiento productivo. Se recomienda el uso de GFD en la suplementación de borregas, sin embargo su inclusión en la alimentación animal dependerá de su costo y disponibilidad.

Literatura Citada

- Allen, M.S., B. J. Bradford, and M. Oba. 2009. Board-invited review: the hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application in ruminants. *J. Anim. Sci.* 87: 3317-3334.
- AOAC. 2003. Official Methods of Analysis. 17th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Castillo, F., G. Villalobos, D. Domínguez, J. A. Ortega, and L. Cortes-Palacios. 2012. Ruminant fermentation, kinetics and digestibility of hair lambs supplemented with cull pinto bean. *Proc. West. Sec. Am. Soc. Anim. Sci.* 62.
- Dixon, R. M., and B. J. Hosking. 1992. Nutritional value of grain legumes for ruminants. *Nutr. Res. Rev.* 5: 19-43.

- Domínguez, D. 2004. Effects of brown midbrid-3 or cutting height of conventional corn silage on animal production. Ph. D Dissertation. University of Wisconsin-Madison. USA.
- Duehlmeier, R., I. Fluegge, B. Schwert, N. Parvizi, and M. Ganter. 2011. Metabolic adaptations to pregnancy and lactation in German Blackheaded Mutton and Finn sheep ewes with different susceptibilities to pregnancy toxemia. *Small Rum. Res.* 96:178-184.
- Dunshea, F.R., and A. W. Bell. 1988. Relations between plasma non-esterified fatty acid metabolism and body tissue mobilization during chronic undernutrition in goats. *Br. J. Nutr.* 60:633-644.
- Glaser, C., H. Demmelmair, and B. Koletzko. 2010. High-throughput analysis of total plasma fatty acid composition with direct in situ transesterification. *Plosone.* 5:e12045. doi:10.1371/journal.pone.0012045.
- Godfrey, R. W. and R. E. Dodson. 2003. Effect of supplemental nutrition around lambing on hair sheep and lambs during the dry and wet season in the U. S. Virgin Islands. *J. Anim. Sci.* 81: 587_593-
- Gun, P. J., M. K. Neary, R. P. Lemenager, and S. L. Lake. 2010. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. *J. Anim. Sci.* 88: 1771-1776.
- Hamadeh, S. K., C. V. Hulet, T. T. Ross, and D. M. Hallford. 1989. Ovarian cyclicity and serum progesterone and luteinizing hormones in fine-wool ewes supplemented with alfalfa or pinto beans. *Theriogenology.* 32: 149-158.
- Kouakou, B., O. S. Gazal, T. H. Terrill, G. Kannan, S. Gelaye and E. A. Amoah. 2008. Digestibility, hormones and blood metabolites in dairy bucks subjected to underfeeding and refeeding. *Small Rum. Res.* 75: 171-176.
- Lajolo, F.M., and M. I. Genovesse. 2002. Nutritional significance of lectin and enzyme inhibitors from legumes. *J. Agric. Food Chem.* 50: 6592-6598.
- Mabjeesh, S. J., M. Cohen, and A. Arieli. 2000. In vitro methods for measuring the dry matter digestibility of ruminant feedstuffs: Comparison of methods and inoculums source. *J Dairy Sci.* 83:2289-2294.
- Myer, R. O., and A. Froseth. 1983. Heat-processed small red beans (*Phaseolus vulgaris*) in diets for young pigs. *J. Anim. Sci.* 56. 10-88-1096.
- National Research Council of the National Academics. 2006. Nutrient Requirement of Small Ruminants, Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. The National Academy Press, Washington, DC.
- Penning, P. D. and R. H. Johnson. 1983. The use of internal markers to estimate herbage intake and digestibility. 1. Indigestible acid detergent fiber. *J. Agric. Sci.* 100: 133-138.
- Pethick, D. W., D. B. Lindsay, P. J. Barker, and A. J. Northrop. 1983. The metabolism of circulating non-esterified fatty acids by the whole animal, hind-limb muscle and uterus of pregnant ewes. *Br. J. Nutr.* 49:129-143.
- Rush, I. G., B. Weichental, and B. Van Pelt. 1998. Cull dry edible beans in growing calf rations. University of Nebraska – Lincoln. Nebraska beef reports. Disponible en: <http://digitalcommons.unl.edu/animalscinbcr/356>. Accesado el 07 de Mayo de 2012.
- Russel, A. J. F., J. M. Doney, and G. Gunn, 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci.* 72:451-454.
- Sanson, D. W., T. R. West, W. R. Tatman, M. L. Riley, M. B. Judkins, and G. E. Moss. 1993. Relationship of body composition of mature ewes with condition score and body weight. *J. Anim. Sci.* 71: 1112-1116.ç
- SAS Institute. 2002. SAS User's guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Stanford, K., G. L. Wallins, B. M. Less, and H. H. Mündel. 1999. Use of lentil screenings in the diets of early weaned lambs and ewes in the second trimester of pregnancy. *Anim. Feed Sci. Technol.* 81: 249-264.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3589.
- Villalobos, G., F. Castillo, D. Domínguez, H. Castillo, and J. A. Ortega. 2010. Use of waste pinto bean grain on finishing hair lambs. *Proc. West. Sec. Am. Soc. Anim. Sci.* 61: 293-296.
- Williams, P. E. V., A. J. Pusztai, A. Macdearmid, and G. M. Innes. 1984. The use of kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) as protein supplement in diets for young rapidly growing beef steers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 12: 1-10.

EFEECTO DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL Y ACEITE DE SOYA SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE LA CANAL Y RENDIMIENTO DE CORTES PRIMARIOS DE CORDEROS CONFINADOS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO EN EL VALLE DE MEXICALI

EFFECTS ZILPATEROL HYDROCHLORIDE AND SOYBEAN OIL ON CARCASS CHARACTERISTICS AND WHOLESALE CUT YIELD OF HAIR-BREED MALE LAMBS UNDER HEAT STRESS ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN MEXICALI VALLEY

José L. Dávila-Ramírez¹, Humberto González-Ríos², Ulises Macías-Cruz¹, Nohemí G. Torrentera- Oliveira¹, Francisco D. Álvarez-Valenzuela¹ y Leonel Avendaño-Reyes^{1*}

^{1*} Instituto de Ciencias Agrícolas, UABC, Carretera Delta S/N, Ejido Nuevo León, Mexicali, B.C., CP. 21705.
Correo electrónico: lar62@hotmail.com

² Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carretera a la Victoria Km. 0.6 Hermosillo Sonora, 83000

Resumen

Se utilizaron 40 corderos enteros Dorper x Pelibuey (peso vivo 31.7±2.3 kg) para evaluar las características de la canal y el rendimiento en cortes primarios por efecto de la suplementación de clorhidrato de zilpaterol (CZ) y aceite de soya (AS). Los corderos fueron confinados en corraletas individuales, bloqueados por peso inicial y asignados aleatoriamente a uno de 4 tratamientos (n=10): **1)** testigo (sin CZ ni AS), **2)** suplementados con 10 ppm CZ, **3)** suplementados con 6% AS y **4)** suplementados con 10 ppm CZ + 6% AS. El CZ se suplementó por 32 d y se retiró 2 d antes del sacrificio. Después del sacrificio, se evaluó clasificó la canal y se evaluó su calidad, así como el rendimiento de cortes primarios (24 h *postmortem*). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2x2 para analizar la información. La interacción CZ x AS no afectó (P>0.05) las características de la canal ni el rendimiento de cortes primarios. El CZ incrementó (P<0.05) el rendimiento biológico, rendimiento de canal caliente y fría, así como el AOC, disminuyendo 26% la grasa KPH. El AS provocó disminución (P<0.05) en rendimiento de canal caliente y frío, sin modificar (P>0.05) los cortes primarios. El CZ mejoró (P<0.05) en 6.2% el peso de la pierna. Se concluye que el CZ bajo condiciones de calor mejora el rendimiento de la canal caliente y fría, incrementa el AOC y el rendimiento de pierna, disminuyendo la grasa KPH. El AS no mostró estos beneficios.

Palabras clave: Corderos, clorhidrato de zilpaterol, soya, estrés calórico

Abstract

Forty Dorper x Pelibuey male lambs (weight 31.7 ± 2.3 kg) were used to evaluate the effect of zilpaterol hydrochloride (ZH) and soybean oil (SO) on carcass characteristics and wholesale cut yield. Male lambs were individually housed in pens, blocked by initial weight, and randomly assigned to one of four treatments (n = 10): 1) Control (without ZH and SO), 2) supplemented with 10 ppm ZH, 3) supplemented with 6% SO and 4) supplemented with 10 ppm ZH and 6% SO. ZH was supplemented during 32 days and was withdrawal 2 days before slaughter period. After slaughter, carcass was classified and its quality was evaluated and wholesale cut yield (24 h

post mortem). The information was analyzed using a design in completely randomized block factorial 2x 2. The interaction ZH x SO did not affect ($P>0.05$) carcass characteristics and wholesale cut yield. Biological yield, hot and cool carcass yield and LM area were improved when ZH was fed, however, decreased 26% KPH. Moreover, feeding SO decrease ($P <0.05$) hot and cool carcass yield, unmodified ($P>0.05$) wholesale cut yield. Weight of the leg improved 6.2% when ZH was fed. In conclusion, feeding ZH under conditions heat stress improved hot and cool carcass yield, increase LM area and yield leg, reducing KPH fat; however, feeding SO does not have these benefits.

Key words: lambs, zilpaterol hydrochloride, soybean, heat stress

Introducción

Actualmente, el clorhidrato de ractopamina (CR) y de zilpaterol (CZ) son los betagonistas legalmente permitidos para su uso en alimentación animal. En condiciones de estrés calórico, Macías-Cruz *et al.* (2010) evaluaron el uso de CZ en corderas alimentadas en corral, en donde no encontraron efecto en comportamiento productivo, sin embargo, existió un incremento en el porcentaje de rendimiento en cortes primarios y del área del músculo *Longissimus dorsi*. A la fecha, el uso de CZ en ovinos presenta resultados moderados, al compararlos con los de otras especies, al parecer estos están afectados por otros factores como época, sexo, especie y sistema de alimentación utilizado (Ekpe *et al.*, 2000). Por otra parte, hoy en día, el consumidor tiene más interés en la relación de los beneficios de carnes ricas en ácidos grasos esenciales en la salud humana. Por tanto, es importante considerar la suplementación de aceites ricos en poliinsaturados en rumiantes. Reportes indican que suplementar aceites en ovinos, las variables de rendimiento comercial y biológico son similares a los animales control (Berthelot *et al.*, 2010). Sin embargo, no se han realizado estudios que analicen en forma conjunta el uso de β AA y aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados, y con ello aprovechar los beneficios de cada uno de los compuestos en corderos de pelo en condiciones de estrés calórico. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto del CZ y AS sobre las variables de calidad de la canal y del rendimiento de cortes primarios de ovinos de pelo durante la época de verano en condiciones del Noroeste de México.

Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló en la unidad ovina del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, localizada en el Valle de Mexicali, región donde predominan condiciones climáticas extremas (hasta 50°C en verano y bajo 0°C en invierno). Cuarenta corderos machos Dorper x Pelibuey (peso vivo de 31.70 \pm 2.30 kg) se utilizaron para realizar una prueba de comportamiento en corral que tuvo una duración de 32 días, mas 15 de adaptación, con el fin de evaluar la calidad de la canal y rendimiento de cortes primarios por efecto de la suplementación de clorhidrato de zilpaterol (CZ) y aceite de soya (AS). Durante el período de adaptación los corderos fueron vitaminados, desparasitados, colocados en corraletas individuales y adaptados a sus dietas correspondientes (tabla 1). Al inicio del período experimental, los corderos se pesaron y se bloquearon en base al peso inicial para ser asignados de forma aleatoria a uno de los cuatro tratamientos (n=10): **1)** control (sin suplementación) **2)** suplementación de 10 ppm de CZ, **3)** adición de 6% AS y **4)** suplementación de 10 ppm de CZ + 6% de AS. Para asegurar la ingesta del zilpaterol en los grupos 2 y 4, este fue mezclado con 29.5 g de grano de trigo y se ofreció antes del consumo de la mañana, al mismo tiempo que los grupos 1 y 3 fueron alimentado con solo 29.5 g de grano de trigo sin CZ. Sobre el día 32 del período experimental, el

zilpaterol fue retirado de los grupos 2 y 4. Los corderos fueron sacrificados en el Laboratorio de Carnes del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la UABC. Durante el sacrificio, se pesaron los diferentes órganos del animal para obtener el rendimiento biológico de cada unidad experimental. El peso de la canal caliente se registró y la canal posteriormente se refrigeró durante 24 h a 2°C. Durante este periodo se midió el pH a los 45min y 24 h *postmortem* en el músculo *Longissimus dorsi* (LD) a nivel del 11°-12° espacio intercostal. Después de este periodo de refrigeración, se registró el peso de la canal fría y se midió la longitud de la misma (a partir de la última vértebra cervical hasta la última vértebra sacra). Para la clasificación de la calidad de las canales, se evaluó la conformación utilizando la metodología descrita por Smith *et al.*, 2001, la cual utiliza una escala numérica de 1 a 10, donde 1 representa una canal mala y poco musculosa, y el 10 representa una canal excelente y musculosa. Posteriormente, se midió el área del músculo LD a nivel del 12^{avo} espacio intercostal con el cuadrante de medición y se registró el área en cm². En la misma localización se midió el espesor de la grasa dorsal utilizando un vernier y fue expresado en mm. Finalmente la canal fría fue dividida en cortes primarios. El valor de KPH se reportó como porcentaje del peso de la canal caliente. El rendimiento en canal fue expresado como porcentaje del peso de canal caliente (RCC) y la canal fría (RCF) con respecto al peso vivo final. Las pérdidas por refrigeración, se calcularon por la diferencia entre el peso de la canal caliente y peso de la canal fría. El rendimiento biológico se estimó en base a la siguiente fórmula: Rendimiento biológico = PCC/PCV x 100. Donde: PCC= peso canal caliente, PCV= peso cuerpo vacío. La información fue analizada mediante un diseño en bloques completamente al azar con arreglo factorial 2x2, ajustando un ANOVA por el procedimiento PROC MIXED de SAS (SAS Inst, Inc., Cary NC, USA), el cual incluyó el peso inicial de los animales como bloque, y los efectos fijos de los factores suplementación de clorhidrato de zilpaterol (ZH, 0 y 10 mg/animal/día) y adición de aceite de soya (SO, 0 y 6%) y como error aleatorio al animal. Cuando existió significancia, la comparación de medias se realizó por el procedimiento LSMEANS. Todos los efectos fueron considerados significativos a una P≤0.05.

Resultados y Discusión

Durante la realización del experimento se registró una temperatura y humedad relativa promedio de 35°C y 50.4%, respectivamente. La tabla 2 presenta los efectos sobre las características de la canal de corderos machos. La interacción CZ x AS no afectó (P>0.05) las variables de características de la canal. La suplementación de AS no modificó las variables de peso de cuerpo vacío (P=0.607), peso canal caliente (P=0.554), peso canal frío (P=0.521), pérdida por congelación (P=0.548), conformación (P=0.808) y AOC (P=0.112). Los valores de pH (45 min y 24 h) tampoco fueron afectados por la suplementación de AS (P>0.05), al igual que las mediciones de grasa (dorsal y KPH). Sin embargo, se observó una disminución del rendimiento de la canal caliente (P=0.007) y fría (P=0.010). La suplementación de CZ incrementó el rendimiento biológico 3.39% (P=0.012), rendimiento en canal caliente y frío 3.07 y 2.95% respectivamente (P=0.009). También incrementó (P=0.029) 8.22% el AOC, 4.02% el perímetro de pierna (P=0.048) y disminuyó 26.23% (P=0.010) la grasa KPH. La conformación de la canal no se afectó (P=0.265) por la adición de CZ, aunado a no alterar la pérdida por congelación (P=0.179). Se observó un incremento del 3.55% en el pH a las 24 h *postmortem* (P=0.006). La cantidad de grasa dorsal disminuyó 12.60% por efecto de la suplementación de CZ, aunque esta no fue significativa estadísticamente (P=0.288). La tabla 3 presenta los efectos de la suplementación con clorhidrato de zilpaterol y aceite de soya sobre el rendimiento de cortes

primarios de corderos machos de raza de pelo. La interacción CZ x AS no afectó ($P>0.05$) el rendimiento de cortes primarios. La suplementación de CZ provocó un incremento del 6.21% de pierna ($P=0.010$). Por otro lado, la suplementación de AS no modificó ($P>0.05$) ninguno de los cortes primarios. En cuanto al uso de CZ en ovinos de engorda, los resultados han sido poco consistentes y muy contradictorios. Existen reportes que indican que la utilización de CZ en corderas de pelo los últimos 34 días antes del sacrificio, mejora el peso al sacrificio, peso de la canal fría, conformación y el área de ojo de costilla (Avendaño-Reyes *et al.*, 2011). Resultados atribuidos al efecto anabólico por parte del CZ en músculo, incluida la hipertrofia muscular en la fibra, cambios en frecuencia de tipo de fibra muscular, tasa diferencial de los músculos de RNA y DNA, y parte importante las proteínas de acreción. En cuanto la suplementación de AS, se tienen reportes que la adición de 4% de aceite hidrogenado de palma y de girasol en dietas de corderos, no se observaron cambios en las características de la canal (Manson *et al.* 2009). En el presente estudio, los cortes primarios no se vieron afectados por la suplementación de CZ, a excepción de la pierna, la cual se incremento en un 6.21% su rendimiento con respecto a la canal fría. En este sentido Walker *et al.* (2000) reportaron que las fibras musculares tipo II presentan una mayor respuesta en estimulación por betagonistas adrenérgicos, por lo tanto, músculos y cortes primarios con mayor cantidad de fibras de tipo II presentan una mayor respuesta a la suplementación de CZ.

Cuadro 1. Ingredientes y análisis químicos de las dietas experimentales proporcionados a los corderos.

Ingredientes (%)	Tratamientos			
	1	2	3	4
Grano de trigo	68.0	68.0	50.5	50.5
Heno de alfalfa	12.1	12.1	10.0	10.0
Paja de trigo	3.0	3.0	12.0	12.0
Harina de soya	10.5	10.5	15.0	15.0
Melaza	5.0	5.0	5.0	5.0
Aceite de soya	0.0	0.0	6.0	6.0
Piedra caliza	0.2	0.2	0.2	0.2
Fosfato de calcio	0.7	0.7	0.8	0.8
Sal común	0.5	0.5	0.5	0.5
Clorhidrato de zilpaterol (mg/d/animal)	0.0	10.0	0.0	10.0
Composición nutricional, base DM				
ME (Mcal/kg)	2.8	2.8	2.8	2.8
CP (%)	16.0	16.0	16.0	16.0

Conclusiones

La suplementación de CZ en corderos machos de cruce Dorper x Pelibuey bajo condiciones de estrés calórico del Valle de Mexicali, favorece el incremento del peso de la canal caliente, canal fría, rendimiento y AOC, cuyas características de canal son de importancia económica para la industria ovina. Sin embargo, no afecta de manera positiva el rendimiento de cortes primarios, a excepción de la pierna donde se observó un incrementado en su rendimiento. Por su parte, la

suplementación de AS provoca una disminución del peso de la canal caliente, canal fría, sin afectar el rendimiento de cortes primarios bajo estas condiciones.

Cuadro 2. Calidad de la canal y rendimiento de cortes primarios de corderos de pelo suplementados con Clorhidrato de zilpaterol y aceite de soya. (Clorhidrato de zilpaterol= CZ Aceite de soya= AS).

Variables	Clorhidrato de zilpaterol (mg)		Aceite de soya (%)		Valor de P		
	0	10	0	6	CZ	AS	CZ x AS
Peso vivo final , kg	36.58	37.24	36.56	37.27	0.42	0.38	0.67
Peso cuerpo vacío, kg	32.04	32.50	32.41	32.14	0.53	0.72	0.61
Características de la canal							
Peso canal caliente, kg	17.44	18.32	18.00	17.76	0.07	0.62	0.55
Peso canal fría, kg	17.07	17.90	17.57	17.40	0.08	0.72	0.52
Rendimiento canal caliente, %	47.68	49.19	49.22	47.65	0.01	0.01	0.65
Rendimiento canal fría, %	46.66	48.08	48.05	46.68	0.01	0.01	0.53
Perdida de refrigeración, %	2.13	2.26	2.36	2.02	0.62	0.18	0.55
Rendimiento biológico, %	54.46	56.37	55.54	55.29	0.01	0.72	0.85
Conformación	8.06	8.40	8.39	8.08	0.21	0.27	0.81
Grasa KPH, %	3.85	2.84	3.19	3.50	0.01	0.41	0.43
Grasa dorsal, cm	1.35	1.18	1.15	1.37	0.29	0.17	0.09
Longitud de la canal, cm	62.12	60.95	61.13	61.95	0.11	0.26	0.97
AOC, cm ²	17.51	19.08	18.85	17.74	0.03	0.11	0.73
Profundidad Tórax, cm	16.55	16.33	16.48	16.40	0.61	0.85	0.68
Largo pierna, cm	31.82	31.52	32.07	31.27	0.67	0.27	0.84
Perímetro pierna, cm	41.75	43.50	43.08	42.17	0.05	0.29	0.41
pH 45 min	6.80	6.82	6.80	6.81	0.44	0.69	0.79
pH 24 h	5.97	6.19	6.03	6.13	0.01	0.24	0.43
Cortes primarios (%)							
Cuello	7.50	7.72	7.92	7.30	0.56	0.11	0.82
Paleta	23.88	22.98	23.50	23.36	0.13	0.82	0.45
Tórax	20.85	21.59	21.39	21.06	0.48	0.75	0.41
Lomo	13.24	12.99	13.30	12.94	0.65	0.52	0.48
Pierna	31.11	33.17	32.36	31.91	0.01	0.54	0.69
Lomo largo	12.32	12.15	12.29	12.19	0.71	0.83	0.22
Costillas	9.11	8.83	8.81	9.14	0.58	0.52	0.14
Lomo plano	9.66	8.75	9.09	9.33	0.11	0.66	0.31
Falda de lomo	3.66	3.79	3.87	3.57	0.48	0.09	0.89

Literatura Citada

- Avendaño-Reyes, L., Macías-Cruz, U., Álvarez-Valenzuela, F.D., Águila-Tepato, E., Torrentera-Olivera, N.G, and Soto-Navarro, S.A. Effects of zilpaterol hydrochloride on growth performance, carcass characteristics, and wholesale cut yield of hair-breed ewe lambs consuming feedlot diets under moderate environmental conditions. *J. Anim. Sci.* 2011.
- Berthelot, V., Bas, P.& Schmidely, P. (2010). Utilization of extruded linseed to modify fatty acid composition of intensively-reared lamb meat: Effect of associated cereals (wheat vs. corn) and linoleic acid content of the diet. *Meat Science*, 84:114-124.
- Ekpe, E. D., J. A. Moibi, and R. J. Christopherson. 2000. Beta-adrenergic receptors in skeletal muscle of ruminants: Effects of temperature and feed intake. *Can. J. Anim. Sci.* 80:79-86.
- Macías-Cruz, U., F.D. Álvarez-Valenzuela, N.G. Torrentera-Olivera, J.V. Velázquez-Morales, A. Correa- Calderón, and L. Avendaño-Reyes. 2010. Effect of zilpaterol hydrochloride on feedlot performance and carcass characteristics of ewe lambs during heat-stress conditions. *Anim. Prod. Sci.* 50:983-989.
- Manson, T., Bodas, R., Castro, T., Jimeno, V., Mantecon, A. R., 2009. Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. *Meat sci.*, 83(3), 511-516.
- Smith, G. C., D. B. Griffin, and J. H. Kenneth. 2001. Meat evaluation handbook revision committee. American Meat Science Association: Champaign, IL.
- Walker, D. K., E. C. Titgemeyer, T. J. Baxa, K. Y. Chung, D. E. Johnson, S. B. Laudert, and B. J. Johnson. 2010. Effects of ractopamine and sex on serum metabolites and skeletal muscle gene expression in finishing steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 88:2620-2626.

**EFEECTO DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL Y ACEITE DE SOYA SOBRE
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE CALIDAD DE LA CARNE DE CORDEROS
CONFINADOS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO EN EL VALLE DE
MEXICALI**

**EFFECTS ZILPATEROL HYDROCHLORIDE AND SOYBEAN OIL ON
PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS QUALITY OF MEAT OF HAIR-BREED MALE
LAMBS UNDER HEAT STRESS ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN MEXICALI
VALLEY**

José L. Dávila-Ramírez¹, Humberto González-Ríos², Ulises Macías-Cruz¹, Libertad Zamorano-García², y Leonel Avendaño-Reyes^{1*}

^{1*} Instituto de Ciencias Agrícolas, UABC, Carretera Delta S/N, Ejido Nuevo León, Mexicali, B.C., CP. 21705.
Correo electrónico: lar62@hotmail.com

² Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carretera a la Victoria Km. 0.6 Hermosillo Sonora, 83000

Resumen

Se utilizaron 40 corderos enteros Dorper x Pelibuey (peso vivo 31.7±2.3 kg) para evaluar los parámetros fisicoquímicos de la carne, por efecto de suplementar clorhidrato de zilpaterol (CZ) y aceite de soya (AS). Los corderos se confinaron en corraletas individuales, bloqueados por peso inicial y asignados aleatoriamente a uno de cuatro tratamientos (n=10): **1**) testigo (sin CZ ni AS), **2**) suplementados con 10 ppm CZ, **3**) suplementados con 6% AS y **4**) suplementados con 10 ppm CZ + 6% AS. El CZ se suplementó por 32 d y se retiró 2 d antes del sacrificio. El CZ se suplementó durante 32 d y se retiró 2 d antes del sacrificio. Los corderos fueron pesados al final de la prueba y sacrificados para obtener el músculo *Longissimus dorsi* (LD) y evaluar pH, CRA, color y esfuerzo al corte. La interacción CZ x AS no fue significativa (P>0.05) en las variables fisicoquímicas de calidad de la carne. La suplementación de CZ disminuyó los valores en parámetros de color (L*, a*, b* y CROMA) e incrementó el pH (P=0.006) y esfuerzo al corte (P=0.0001). La suplementación de AS incrementó el valor de a*, CRA y CROMA, no afectando (P> 0.05) las demás variables fisicoquímicas. Se concluye que alimentar corderos de pelo con CZ disminuye los parámetros de color (L*, a*, b* y CROMA), incrementando el pH y esfuerzo al corte, mientras que alimentar con AS provoca un incremento en el valor de a*, CROMA y capacidad de retención de agua del músculo *Longissimus dorsi*.

Palabras clave: corderos, clorhidrato de zilpaterol, aceite de soya, estrés calórico

Abstract

Forty Dorper x Pelibuey male lambs (weight 31.7 ± 2.3 kg) were used to evaluate the effect of zilpaterol hydrochloride (ZH) and soybean oil (SO) on physicochemical parameters of meat. Male lambs were individually housed in pens, blocked by initial weight, and randomly assigned to one of four treatments (n = 10): 1) Control (without ZH and SO), 2) supplemented with 10 ppm ZH, 3) supplemented with 6% SO and 4) supplemented with 10 ppm ZH and 6% SO. ZH was supplemented during 32 d and was withdrawal 2 days before slaughter period. Lambs were weighed at the end of test. Slaughtered animals, *Longissimus dorsi* (LD) muscle was obtained to evaluate, pH, water holding capacity (WHC), color and shear force. The interaction ZH x SO was not significant (P> 0.05) in variable physicochemical of quality meat. Supplemented ZH cause a

decrease ($P < 0.05$) in color parameters (L^* , a^* , b^* y CHROMA) and increased pH ($P=0.006$) and shear force ($P=0.0001$). Supplemented SO increased the value of a^* , WHC and CHROMA, not affected ($P > 0.05$) other physicochemical variables. In conclusion, feeding ZH under conditions heat stress decrease parameters of color (L^* , a^* , b^* and CHROMA), increasing pH and shear force. Moreover, feeding SO cause an increase in the value of a^* , WHC and CHROMA *Longissimus dorsi* muscle.

Key words: lambs, zilpaterol hydrochloride, soybean oil, heat stress

Introducción

Los agonistas β -adrenérgicos ($A\beta A$) son utilizados como promotores del crecimiento en diferentes especies domesticas con el fin de incrementar crecimiento y eficiencia alimenticia, así como mejorar la calidad del producto cárnico. En ovinos, los resultados han sido modestos y al parecer estos están afectados por otros factores como época, sexo, especie y sistema de alimentación utilizado (Ekpe *et al.* 2000). Actualmente los resultados por el uso de agonistas se centran principalmente en comportamiento productivo, más no así en el aspecto fisicoquímico de calidad de la carne. Por su parte, Avendaño-Reyes *et al.* (2006) indican que el ZH en bovinos, incrementa los niveles de dureza, sin embargo no se detectan modificaciones en el color de carne. Actualmente se carece de información de otros factores fisicoquímicos involucrados en calidad de la carne, los cuales pueden ser modificados por la adición de $A\beta A$, en donde una gran cantidad de factores pueden estar relacionados en afectar la calidad. Algunos dependen del animal como raza, edad, sexo, manejo en explotación (alimentación – medio ambiente), así como en el proceso de conversión en carne (sacrificio, refrigeración y maduración) (Troy, 2010). Hoy en día, existe un incremento en el interés por parte de las personas en consumir carne que contengan ácidos grasos esenciales, ya que tienen efecto benéfico en la salud humana, por lo cual es indispensable considerar suplementar con grasa dietaria a los rumiantes de engorda. Existen estudios donde indican que la administración de grasa pueden tener una mayor incidencia sobre la flora ruminal, digestión de los alimentos y consumo (Harfoot y Hazlewood, 1997). Son pocos los reportes en donde se determina el efecto de la suplementación de aceite en la dieta de rumiantes en las características fisicoquímicas de calidad de la carne. Por su parte, Yang *et al.* (2002) indican que alteraciones en la composición de ácidos grasos altera la estabilidad del color. Otros reportes indican que no existen cambios en la estabilidad del color en carne de corderos suplementados con aceites (Bessa *et al.* 2008). Hasta la fecha, no se han realizado estudios en donde se analicen de forma conjunta el uso de βAA y aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados en corderos de pelo en condiciones de estrés calórico, y sus posibles efectos en las características de calidad de la carne. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del CZ y del AS sobre los parámetros químicos, fisicoquímicos del músculo *Longissimus dorsi* de corderos de pelo alimentados con raciones altas en concentrado durante la época de verano en condiciones del Noroeste de México.

Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló en la unidad ovina del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, la cual se ubica en el Valle de Mexicali, región donde predominan condiciones climáticas extremosas (hasta 50°C en verano y bajo 0°C en invierno). Cuarenta corderos machos Dorper x Pelibuey (peso vivo de 31.70 ± 2.30 kg) se utilizaron para probar el efecto de la suplementación de CZ y AS (15d adaptación y 32d de prueba) y su efecto en los parámetros de calidad de la carne. Los corderos se colocaron en corraletas individuales y

adaptados a su dieta correspondiente (tabla 1). Al inicio del período experimental, los corderos se pesaron y se bloquearon en base al peso inicial para ser asignados de forma aleatoria a uno de los cuatro tratamientos (n=10): **1)** control (sin suplementación) **2)** suplementación de 10 ppm de CZ, **3)** adición de 6% AS y **4)** suplementación de 10 ppm de CZ + 6% de AS. Para asegurar la ingesta del zilpaterol en los grupos 2 y 4, este fue mezclado con 29.5 g de grano de trigo y se ofreció antes del consumo de la mañana, al mismo tiempo que los grupos 1 y 3 fueron alimentado con solo 29.5 g de grano de trigo sin CZ. Sobre el día 32 del período experimental, el zilpaterol fue retirado de los grupos 2 y 4. Al final de la prueba de comportamiento, los corderos se pesaron y se registró el peso final. Posteriormente, los corderos fueron sacrificados en el Laboratorio de Carnes del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la UABC. Transcurrido 24 h después del sacrificio, se realizó la separación del músculo *Longissimus dorsi* (LD) de las medias canales. Los LD fueron identificados, empacados al vacío y mantenidas en congelación (-18°C) para sus posteriores análisis en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) en Hermosillo, Sonora, para sus posteriores análisis de calidad donde fueron descongeladas, y cortadas según las especificaciones de medida para cada determinación. La determinación del pH se utilizó con un potenciómetro digital HANNA portátil con electrodo de penetración y termómetro (modelo HI 98140, GLP pH METER), el cual se introduce en el músculo. Se realizaron tres determinaciones por muestra. En cuanto a la determinación de color del músculo LD, se llevó a cabo utilizando un colorímetro Minolta (modelo Chroma meter CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc. Japan) con el iluminante D65 y 10° en el observador (Young *et al.* 2003). Se evaluaron los parámetros de color L*, a* y b*. Además se estimó el ángulo de matiz (HUE), para lo cual se utilizó la fórmula $\tan^{-1}(b^*/a^*) \times 57.29$, así como CROMA, utilizando la fórmula $CROMA = (a^* + b^*)^{1/2}$. En cada parámetro de color se realizaron tres mediciones sobre la superficie de las muestras frías (4-8°C). El porcentaje de CRA fue calculado en función de la diferencia de peso de la muestra antes y después de la centrifugación. Para la evaluación de esfuerzo al corte Warner-Bratzler (EC), se utilizó para ello un texturometro Texture Analyzer T.A.X.T. Plus. Para medir el EC del músculo LD, se obtuvieron cortes de 2.5 cm de grosor, cuyos cortes fueron cocinados en un sartén eléctrico (Cook Master Ester, modelo 3222-3, Mississauga, Ontario, Canada) hasta alcanzar una temperatura interna de 71°C, la cual fue monitoreada por un termopar tipo T conectado a un lector de temperatura (Barnant CO, model 692-0000, Barrington III, USA). Una vez cocinadas, las muestras fueron enfriadas a temperatura ambiente (25 a 30 °C) y refrigeradas a 4 °C por 24 h. Posterior a la refrigeración, la carne se cortó en trozos de un centímetro de ancho por tres de largo, en dirección longitudinal a las fibras musculares. El EC se midió perpendicularmente a las fibras musculares, utilizando para ello el accesorio cortador Warner-Bratzler montado en el equipo, el cual previamente es calibrado a una velocidad de cabezal de 1.6 mm por segundo y una fuerza de compresión de 50 Kg. El valor de EC fue expresado en kilogramos fuerza (KgF). Se realizaron al menos 9 repeticiones por unidad experimental. La información fue analizada mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2, ajustando un ANOVA por el procedimiento PROC MIXED de SAS (SAS Inst, Inc., Cary NC, USA), el cual incluyó el peso inicial de los animales como bloque, y los efectos fijos de los factores suplementación de clorhidrato de zilpaterol (CZ, 0 y 10 mg/animal/día) y adición de aceite de soya (AS, 0 y 6%). Cuando existió significancia, la comparación de medias se realizó por el procedimiento LSMEANS. Todos los efectos fueron considerados significativos a una $P \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

Durante la realización del experimento se registró una temperatura y humedad relativa promedio de 35°C y 50.4% respectivamente. La tabla 2 presenta los efectos de la suplementación con zilpaterol y aceite de soya sobre las características fisicoquímicas de calidad de la carne del musculo *Longissimus dorsi* de corderos machos de raza de pelo. La interacción CZ x AS no afectó ($P>0.05$) las variables fisicoquímicas de calidad de la carne. La suplementación de CZ en corderos provocó una disminución significativa en el valor de L^* del 8.60% ($P<0.004$), 25.12% el valor de a^* ($P<0.0001$), 26.44% en el valor de b^* ($P<0.003$) y croma en 25.36% ($P<0.010$). Al suplementar CZ se observó un incremento en el valor de pH de 3.55% ($P<0.006$) y un incremento considerable del 32.79% en el valor de esfuerzo al corte ($P<0.0001$), ya que se incrementaron de 7.38 a 10.98 kg fuerza. En cuanto a la pérdida por cocción (PPC), a pesar de que la suplementación de CZ disminuyó un 10.01% su valor, esta no fue significativa ($P>0.059$). La capacidad de retención de agua no se vio afectada ($P>0.528$) por CZ, ya que los animales que no consumieron CZ tenían una valores de 81.91 contra 82.67 de animales suplementados. A pesar de que la adición de CZ provocó una disminución en los parámetros de color (L^* , a^* , b^* y CROMA), los valores de ángulo de matiz (HUE) no se alteraron por la adición del agonista con respecto al control, 26.35 y 26.12 respectivamente. En cuanto a la adición de AS, se observó que un aumento ($P<0.005$) en el valor de a^* de 13.51% y de CROMA de 13.47% ($P<0.0001$). Sin embargo, a pesar de que el AS provocó un aumento del 5.57 y 13.56% en valor de L^* ($P>0.061$) y b^* ($P>0.063$), respectivamente, no fue significativo. Los valores de HUE fueron muy similares (26.18 Vs 26.29), lo que indica que la adición de AS en la dieta no afecta este parámetro ($P>0.907$). La PPC disminuyó un 1.23% solamente, lo cual no fue significativo ($P>0.272$). Por su parte el AS no modificó los valores de pH, 6.03 y 6.13 en animales no suplementados y si suplementados respectivamente ($P>0.240$). El esfuerzo al corte, a pesar que se observó un incremento del 7.95% por la adición de AS, este no fue significativo ($P>0.372$). La adición de AS aumentó ($P<0.009$) un 3.65% la CRA, indicando que la adición de aceite provoca una mayor retención de agua. Existen reportes que indican que a medida de que crece la velocidad en la caída del pH disminuye este valor en la carne aumentando la dureza y la cantidad de jugo liberado, afectando con ello la calidad de la carne (Berriain y Lizaso, 1997), por lo cual, para que las características de calidad no se vean afectadas es importante mantener el valor de pH final de la carne dentro de los rangos normales. En lo que respecta a los parámetros de color, algunas investigaciones indican que el uso de implantes anabólicos incrementa la aparición de cortes oscuros, en los cuales se ha observado que los valores de L^* son menores (Dikeman, 2007), resultados que coinciden por los encontrados en este estudio. Debido a que en el presente trabajo los valores de pH fueron elevados, es posible que no se presentara una desnaturalización de las proteínas de la carne y con ello exista una mayor capacidad del músculo por retener agua, reduciendo así la liberación de agua superficial de la carne y provocando una disminución de la luminosidad (Dikeman, 2007). En cuanto a la CRA, esta no se afectó por la suplementación de agonistas en corderos machos de pelo. En este sentido Barriada *et al.* 1993 reportan que el empleo de algunas sustancias anabólicas, aumenta el contenido de agua de la carne, lo cual no se traduce en un incremento paralelo de la CRA, debido a que el agua que se acumula en la carne por hinchamiento se expulsa fácilmente. Sin embargo, en el estudio actual no se presentó este efecto, ya que se observó que los animales a los cuales se les suplemento CZ obtuvieron los porcentajes de CRA más altos que los que no estaban suplementados. Lo que sugiere que la carne proveniente de corderos suplementados con CZ no presentara problemas de pérdida de agua por goteo y pérdida de peso por cocinado. En cuanto a la suplementación de AS, esto provocó que la

CRA fuera superior, indicando una mayor disponibilidad de agua para que los microorganismos se desarrollen en su interior (Ranken, 2003).

Conclusiones

La suplementación de CZ en corderos machos de cruce Dorper x Pelibuey bajo condiciones de estrés calórico del Valle de Mexicali, provoca una disminución en los parámetros de color (L*, a*, b* y CROMA) y un incremento del pH y esfuerzo al corte. Por su parte, la suplementación de AS incrementa los valores de a*, CROMA y CRA, no afectando las otras variables fisicoquímicas del músculo *Longissimus dorsi*.

Cuadro 1. Ingredientes y análisis químicos de las dietas experimentales.

Ingredientes (%)	Tratamientos			
	1	2	3	4
Grano de trigo	68.0	68.0	50.5	50.5
Heno de alfalfa	12.1	12.1	10.0	10.0
Paja de trigo	3.0	3.0	12.0	12.0
Harina de soya	10.5	10.5	15.0	15.0
Melaza	5.0	5.0	5.0	5.0
Aceite de soya	0.0	0.0	6.0	6.0
Piedra caliza	0.2	0.2	0.2	0.2
Fosfato de calcio	0.7	0.7	0.8	0.8
Sal común	0.5	0.5	0.5	0.5
Clorhidrato de zilpaterol (mg/d/animal)	0.0	10.0	0.0	10.0
Composición nutricional, base DM				
ME (Mcal/kg)	2.8	2.8	2.8	2.8
CP (%)	16.0	16.0	16.0	16.0

Cuadro 2. Características fisicoquímicas de la carne de corderos de pelo suplementados con Clorhidrato de zilpaterol y aceite de soya.

Variables	Clorhidrato de zilpaterol (mg)		Aceite de soya (%)		Valor de P		
	0	10	0	6	AS	CZ	AS x CZ
PPC	21.27	19.14	20.82	19.59	0.272	0.059	0.429
L*	40.81	37.3	37.94	40.18	0.061	0.004	0.718
a*	18.63	13.95	15.11	17.47	0.005	<0.0001	0.471
b*	9.34	6.87	7.52	8.7	0.063	0.0003	0.236
pH	5.97	6.19	6.03	6.13	0.24	0.006	0.433
CRA	81.91	82.67	80.62	83.97	0.009	0.528	0.705
WB	7.38	10.98	8.8	9.56	0.372	0.0001	0.942
HUE	26.35	26.12	26.18	26.29	0.907	0.802	0.169
CROMA	20.86	15.57	16.9	19.53	<0.0001	0.01	0.386

Literatura Citada

- Avendaño R. L., R. V. Torres., F. J. Meraz., Pérez L. C., S. F.Figueroa, y P. H. Robinson. 2006. Effects of two β -adrenergic agonists on finishing performance, carcass characteristics, and meat quality of feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 84:3259-3265.
- Barriada, M., Castro, P., Martínez, A., Osoro, K. "Efecto del sistema de alimentación y del peso de sacrificio sobre las características de la canal de añejos de raza Asturiana de los Valles". ITEA, Vol.Extra, N° 12, 631-636. 1993.
- Beriaín, M.J., Lizaso, G. 1997. Calidad de la carne de vacuno. En: *Vacuno de carne: aspectos claves*. (Ed.: Buxadé C). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Bessa, R.J.B., Lourenço, M., Portugal, P.V., Santos-Silva, J. 2008. Effects of previous diet and duration of soybean oil supplementation on light lamb carcass composition, meat and fatty acid composition. *Meat Science*, 80, 1100-1105.
- Dikeman, M. E. 2007. Effects of metabolic modifiers on carcass traits and meat quality. *Meat Sci.* 77:121–135.
- Ekpe, E. D., J. A. Moibi, and R. J. Christopherson. 2000. Beta-adrenergic receptors in skeletal muscle of ruminants: Effects of temperature and feed intake. *Can. J. Anim. Sci.* 80:79-86.
- Harfoot, C. G., and G. P. Hazlewood. 1997. Lipid metabolism in the rumen. Pages 382–426 in *The Rumen Microbial Ecosystem*. P. N. Hobson and C. S. Stewart, ed. Blackie Academic and Professional, London, U.K.
- Ranken, M. D.2003. Manual de la industria de la carne. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 16 – 54 p.
- Troy D.J; Kerry J.P.2010. Consumer perception and the Role of Science in the Meat Industry. *Meat Sci.* 86.
- Yang, A., M. C. Lanari, M. Brewster, and R. K. Tume. 2002. Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitaminEsupplement. *Meat Sci.* 60:41–50.

**EFFECTO DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL Y ACEITE DE SOYA SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS DE PELO CONFINADOS
BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO EN EL VALLE DE MEXICALI**

**ZILPATEROL HYDROCHLORIDE AND SOYBEAN OIL EFFECTS ON
FEEDLOT PERFORMANCE OF HAIR LAMBS UNDER
HEAT STRESS CONDITIONS IN MEXICALI VALLEY**

José L. Dávila-Ramírez¹, Humberto González-Ríos², Ulises Macías-Cruz¹, Noemí G. Torrentera-Oliveira¹, Francisco D. Álvarez-Valenzuela¹ y Leonel Avendaño-Reyes

^{1*} Instituto de Ciencias Agrícolas, UABC, Carretera Delta S/N, Ejido Nuevo León, Mexicali, B.C., CP. 21705.
Correo electrónico: lar62@hotmail.com ² Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carretera a la Victoria Km. 0.6 Hermosillo Sonora, 83000

Resumen

Se utilizaron 40 corderos enteros Dorper x Pelibuey (peso vivo 31.7±2.3 kg) para evaluar su comportamiento productivo por efecto de suplementar clorhidrato de zilpaterol (CZ) y aceite de soya (AS). Los corderos se confinaron en corraletas individuales, bloqueados por peso inicial y asignados aleatoriamente a uno de cuatro tratamientos (n=10): **1**) testigo (sin CZ ni AS), **2**) suplementados con 10 ppm CZ, **3**) suplementados con 6% AS y **4**) suplementados con 10 ppm CZ + 6% AS. El CZ se suplementó por 32 d y se retiró 2 d antes del sacrificio. Los corderos se pesaron al inicio, día 16 y 32 de la prueba para evaluar el efecto en dos periodos. Los datos se analizaron mediante un ANOVA para un diseño en bloques completamente al azar con arreglo factorial 2x2. La interacción CZ x AS no afectó (P>0.05) el comportamiento productivo. La suplementación de CZ incrementó la ganancia total (P=0.036), ganancia diaria de peso (P=0.034) y eficiencia alimenticia (P=0.022) sólo en el primer periodo. La suplementación de AS no afectó (P> 0.05) las variables de comportamiento productivo en los periodos analizados. De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que la suplementación de corderos con CZ bajo condiciones de estrés del Valle de Mexicali, mejora el comportamiento productivo de los animales durante los primeros días de finalización en corral.

Palabras claves: clorhidrato de zilpaterol, aceite de soya, corderos de pelo, comportamiento productivo.

Abstract

Forty Dorper x Pelibuey male lambs (live weight 31.7 ± 2.3 kg) were used to evaluate the effect of zilpaterol hydrochloride (ZH) and soybean oil (SO) on feedlot performance. Animals were individually housed in pens, blocked by initial weight (BW), and randomly assigned to one of four treatments (n = 10): 1) Control (without ZH and SO), 2) supplemented with 10 ppm ZH, 3) supplemented with 6% SO and 4) supplemented with 10 ppm ZH and 6% SO. ZH was supplemented during 32 days and was withdrawal 2 days before slaughter. Lambs were weighed at baseline, day 16 and 32 of the test to evaluate the effect in two periods. Data were analyzed by ANOVA for a randomized complete block design with 2x2 factorial arrange. The ZH x SO interaction did not affect (P>0.05) feedlot performance. CZ supplementation increased the total gain (P = 0.036), average daily gain (P = 0.034) and feed efficiency (P = 0.022) only in the first

period. Moreover, feeding SO did not affect ($P > 0.05$) feedlot performance. In conclusion, ZH supplementation to lambs under heat stress conditions in Mexicali Valley improved feedlot performance during first days of feedlot finalization.

Introducción

En ovinos se ha demostrado que los compuestos agonistas adrenérgicos- β (AA- β) son efectivos para mejorar la velocidad de crecimiento y eficiencia alimenticia. Recientemente, el AA- β clorhidrato de zilpaterol (CZ) se comenzó a estudiar para ser usado en la alimentación de ovinos en etapa de finalización, considerando que en ganado bovino mejoró la GDP, eficiencia alimenticia y peso de la canal. Estudios en corderos de pelo suplementados con AA- β son contrastantes, ya que Avendaño-Reyes et al. (2011) reportan una mejora en el comportamiento productivo. Sin embargo, Macías-Cruz et al. (2010) no encontraron dichos beneficios en corderos alimentados bajo las mismas condiciones ambientales. Los escasos reportes del uso de CZ en ovinos, indican beneficios moderados y al parecer estos están afectados por otros factores como época, sexo, especie y sistema de alimentación utilizado (Ekpe et al., 2000). Actualmente, hay un creciente interés por parte del consumidor en relación a los beneficios en su salud por el consumo de carnes ricas en ácidos grasos esenciales, por lo que se debe considerar la suplementación dietaria de grasas poliinsaturadas en rumiantes (Boles et al., 2005). Hasta el momento no se han realizado estudios en donde se prueben de forma conjunta el uso de AA- β y aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados como el aceite de soya (AS) para evaluar el efecto lipolítico y aumento de síntesis de proteína por parte del agonista, así como el efecto de la suplementación de AS en corderos de pelo en condiciones de estrés calórico. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto del CZ y AS sobre el comportamiento productivo en dos periodos de suplementación de ovinos de pelo durante condiciones de verano cálido del Noroeste de México.

Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló en la unidad ovina del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, localizada en el Valle de Mexicali, región donde predominan condiciones climáticas extremas (hasta 50 °C en verano y bajo 0 °C en invierno). Cuarenta corderos machos Dorper x Pelibuey (peso vivo de 31.70 \pm 2.30 kg) se utilizaron para realizar una prueba de alimentación en corral que tuvo una duración de 32 d más 15 de adaptación, con el fin de evaluar su comportamiento productivo por efecto de la suplementación dietaria de clorhidrato de zilpaterol (CZ) y aceite de soya (AS). Los corderos fueron vitaminados, desparasitados, colocados en corraletas individuales y adaptados a sus dietas correspondientes (Cuadro 1), las cuales fueron isoproteicas e isoenergéticas (16% de PC y 2.8 Mcal/kg de MS). Al inicio del período experimental, los corderos se pesaron y se bloquearon en base al peso inicial para ser asignados de forma aleatoria a uno de 4 tratamientos (n=10): **1**) testigo (sin suplementación) **2**) suplementación de 10 ppm de CZ, **3**) adición de 6% AS y **4**) suplementación de 10 ppm de CZ + 6% de AS. Los corderos fueron alimentados dos veces al día (mañana y tarde) en una proporción 50:50. Para asegurar la ingesta de CZ en los grupos 2 y 4, éste se mezcló en 29.5 g de grano de trigo molido y se ofreció antes del consumo de la mañana, al mismo tiempo que a los grupos 1 y 3 se les ofreció 29.5 g de grano de trigo sin CZ. Para evaluar el efecto del CZ y AS en diferentes periodos de prueba (1= 0-16 d y 2= 16-32 d), los corderos fueron pesados al inicio, el día 16 y el 32. Sobre el día 32 del período experimental, el CZ fue retirado de los grupos 2 y 4. Diariamente

se pesó y registró la cantidad de alimento ofrecido y rechazado. A partir de la información colectada se estimó la ganancia diaria de peso (GDP), la ganancia de peso total (GPT), la eficiencia alimenticia y el consumo de alimento diario. La información fue analizada mediante un análisis de varianza para un diseño en bloques completamente al azar con arreglo factorial 2x2, mediante el procedimiento PROC MIXED de SAS (SAS Inst, Inc., Cary NC, USA), siendo el peso inicial el bloque y los efectos fijos la suplementación de CZ (0 y 10 mg/animal/d) y adición de AS (0 y 6%). La comparación de medias se realizó con los comandos LSMEANS y PDIFF.

Resultados y Discusión

Durante el experimento se registró una temperatura y humedad relativa promedio de 35°C y 50.4% respectivamente. El Cuadro 2 presenta los efectos de la suplementación con zilpaterol y aceite de soya sobre el comportamiento productivo en corral de corderos machos de raza de pelo. La interacción CZ x AS no afectó ($P>0.05$) las variables de comportamiento productivo durante los dos periodos de experimentación. La suplementación de CZ en el primer periodo incrementó la ganancia total ($P=0.036$), ganancia diaria de peso ($P=0.034$) y la eficiencia alimenticia ($P=0.022$), sin observar modificaciones en el consumo diario de alimento ($P=0.396$). Por su parte, la adición de AS no modificó ($P>0.05$) el comportamiento productivo de los corderos. En cuanto al segundo periodo de prueba, tanto la suplementación de CZ como de AS no tuvieron impacto ($P>0.05$) en las variables de comportamiento productivo de los corderos. El mismo resultado se presentó en la evaluación global (0-32 d), no observándose ($P>0.05$) modificación por la adición de los dos suplementos. En ovinos, el uso de CZ ha incrementado la GDP, eficiencia alimenticia y el peso vivo total (Estrada-Angulo et al., 2008). Sin embargo, en el estudio realizado por Macías-Cruz et al (2010) no se encontró una mejora en el comportamiento productivo. La discrepancia entre los resultados es indicio de la complejidad del modo de acción de los fármacos *in vivo*. El nivel de respuesta varía entre los AA- β utilizados y esta variación puede ser atribuida a factores como dosis, duración de suplementación, edad, especie, sexo, tipo de dieta, calidad genética y época del año. Así mismo, esta variabilidad en la respuesta animal puede radicar en la especificidad del compuesto utilizado, en particular por ciertos receptores adrenérgicos, ya que los AA- β selectivos por receptores de tipo β_1 como el clorhidrato de ractopamina, son menos eficaces que los compuestos selectivos por receptores de tipo β_2 como el CZ cuando es usado rumiantes (Moody et al., 2000). Macías-Cruz et al. (2010), utilizando la misma concentración de zilpaterol que este estudio, pero utilizando corderas hembras Dorper x Pelibuey bajo las mismas condiciones climáticas (estrés calórico), reportó que no existió efecto en el comportamiento productivo, y los autores atribuyen esta falta de resultados favorable a las severas condiciones climáticas (calor extremo) registradas durante el tiempo de estudio. Existen reportes que indican que en climas con temperatura media superior a los 35°C, el organismo presenta modificaciones fisiológicas y endócrinas para ser frente a condiciones de calor (disipar calor) provocando una reducción en el número de receptores en los músculos esquelético y tejido adiposo (Ekpe et al., 2000). Además, las ganancias de peso registradas en el presente estudio (254 gr/d) son superiores a las reportadas por Macías-Cruz et al. (2010) de 175 gr/d, lo cual sugiere una influencia importante de la condición sexual de los animales a la respuesta de los compuestos AA- β . A pesar de presentarse un incremento consistente en comportamiento productivo en novillos y vaquillas en fase de engorda por el uso de CZ (Delmore et al., 2010), hasta el momento, en otras especies productivas los resultados no han sido del todo concluyentes. Por otro lado, la falta de respuesta favorable de los animales a la suplementación de AS, puede estar relacionada con una

influencia negativa en el consumo de alimento, ya que existen varios reportes que indican que la suplementación de aceites en rumiantes, puede reducir la ingestión de alimento y por consiguiente afectar el comportamiento productivo (Shingfield et al., 2006). Wachira et al. (2002) evaluaron el efecto de aceite de pescado en dietas de corderos observando una reducción en el consumo de materia seca y en la GDP asociada con una reducción en el crecimiento microbiano y en la eficiencia en el rumen. Sin embargo, en el actual estudio se observó que la adición de AS no afectó el consumo de alimento.

Conclusiones

La suplementación de CZ en corderos machos de cruce Dorper x Pelibuey bajo condiciones de estrés calórico del Valle de Mexicali, mejoró la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimenticia en los primeros 16 días de prueba, sin afectar el consumo de alimento durante este periodo. Por su parte, la suplementación de AS no modificó las variables de comportamiento productivo bajo estas condiciones.

Cuadro 1. Ingredientes y análisis químico de las dietas experimentales.

Ingredientes (%)	Tratamientos			
	1	2	3	4
Grano de trigo	68.0	68.0	50.5	50.5
Heno de alfalfa	12.1	12.1	10.0	10.0
Paja de trigo	3.0	3.0	12.0	12.0
Harina de soya	10.5	10.5	15.0	15.0
Melaza	5.0	5.0	5.0	5.0
Aceite de soya	0.0	0.0	6.0	6.0
Piedra caliza	0.2	0.2	0.2	0.2
Fosfato de calcio	0.7	0.7	0.8	0.8
Sal común	0.5	0.5	0.5	0.5
Clorhidrato de zilpaterol (mg/d/animal)	0.0	10.0	0.0	10.0
Composición nutricional, base DM				
ME (Mcal/kg)	2.8	2.8	2.8	2.8
CP (%)	16.0	16.0	16.0	16.0

2da. Reunión internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y producción Animal – 2012
Mesa de trabajo: Pequeños Rumiantes

Cuadro 2. Comportamiento productivo de corderos de pelo suplementados con clorhidrato de zilpaterol y aceite de soya.

Variables	Clorhidrato de zilpaterol (mg)		Aceite de soya (%)		E.E	CZ	Valor de P	
	0	10	0	6			AS	CZ x AS
Periodo 1 (día 0-16)								
Peso vivo inicial (kg)	30.32	30.32	30.07	30.57	0.78	0.952	0.003	0.952
Peso vivo final (kg)	34.38	35.37	34.55	35.2	0.39	0.054	0.198	0.511
Ganancia de peso total (kg)	4.07	5.04	4.49	4.62	0.70	0.036	0.761	0.455
GDP (g/d)	0.254	0.316	0.28	0.289	0.02	0.034	0.748	0.455
Consumo de alimento (kg/d)	1	1.04	1.02	1.03	0.03	0.396	0.457	0.457
Eficiencia alimenticia	0.25	0.302	0.277	0.276	0.01	0.022	0.963	0.462
Periodo 2 (día 16-32)								
Peso vivo inicial (kg)	34.38	35.37	34.55	35.2	0.76	0.054	0.198	0.511
Peso vivo final (kg)	37.68	38.41	37.97	38.11	0.42	0.355	0.854	0.586
Ganancia de peso total (kg)	3.18	3.29	3.56	2.91	0.68	0.835	0.241	0.497
GDP (g/d)	0.2	0.206	0.223	0.183	0.02	0.85	0.244	0.494
Consumo de alimento (kg/d)	1.06	1.06	1.08	1.04	0.03	0.929	0.35	0.181
Eficiencia alimenticia	0.183	0.194	0.207	0.17	0.02	0.717	0.23	0.795
Periodo Total (día 0-32)								
Peso vivo inicial (kg)	30.32	30.32	30.07	30.57	0.16	0.952	0.003	0.952
Peso vivo final (kg)	37.68	38.41	37.97	38.11	0.75	0.355	0.854	0.586
Ganancia de peso total (kg)	7.34	8.13	7.92	7.54	0.71	0.29	0.596	0.646
GDP (g/d)	0.229	0.254	0.248	0.235	0.02	0.292	0.565	0.697
Consumo de alimento (kg/d)	1.03	1.03	1.03	1.04	0.03	0.906	0.756	0.251
Eficiencia alimenticia	0.219	0.244	0.239	0.224	0.01	0.177	0.416	0.989

Literatura Citada

- Avendaño R. L., R. V. Torres., F. J. Meraz., Pérez L. C., S. F.Figueroa, y P. H. Robinson. 2006. Effects of two β -adrenergic agonists on finishing performance, carcass characteristics, and meat quality of feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 84:3259-3265.
- Avendaño-Reyes, L., Macías-Cruz, U., Álvarez-Valenzuela, F.D., Águila-Tepato, E., Torrentera-Olivera, N.G, and Soto-Navarro, S.A. 2011. Effects of zilpaterol hydrochloride on growth performance, carcass characteristics, and wholesale cut yield of hair-breed ewe lambs consuming feedlot diets under moderate environmental conditions. *J. Anim. Sci.* 2011.
- Boles, J. A., R. W. Knott, P. G. Hatfield, J. W. Bergman, and C. R. Flynn. 2005. Supplemental safflower oil affects the fatty acid profile, including conjugated linoleic acid, of lamb. *J. Anim. Sci.* 83:2175–2181.
- Delmore, R.J., J. M. Hodgen, and B. J. Johnson. 2010. Perspectives on the application of zilpaterol hydrochloride in the United States beef industry. *J. Anim. Sci.* 88:2825-2828.
- Ekpe, E. D., J. A. Moibi, and R. J. Christopherson. 2000. Beta-adrenergic receptors in skeletal muscle of ruminants: Effects of temperature and feed intake. *Can. J. Anim. Sci.* 80:79-86.
- Estrada-Angulo, A., A. Barreras-Serrano, G. Contreras, J. F. Obregon, J. C. Robles-Estrada, A. Plascencia, and R. A. Zinn. 2008. Influence of level of zilpaterolchlorhydrate supplementation on growth performance and carcass characteristics of feedlot lambs. *Small Rumin. Res.* 80:107-110.

2da. Reunión internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y producción Animal – 2012
Mesa de trabajo: Pequeños Rumiantes

- Macías-Cruz, U., F.D. Álvarez-Valenzuela, N.G. Torrentera-Olivera, J.V. Velázquez-Morales, A. Correa- Calderón, and L. Avendaño-Reyes. 2010. Effect of zilpaterol hydrochloride on feedlot performance and carcass characteristics of ewe lambs during heat-stress conditions. *Anim. Prod. Sci.* 50:983-989.
- Moody, D. E., D. L. Hancock, and D. B. Anderson. 2000. Phenethanolamine repartitioning agents. In: D Mello J. P. F. (Ed.), *Farm animal metabolism and nutrition*. CAB International, NY, USA, pp. 65-95.
- Shingfield K.J., Reynolds C.K., Hervás G., Griinari J.M., Grandison A.S., Beever D.E. 2006. Examination of the persistency of milk fatty acid composition responses to fish oil and sunflower oil in the diet of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89:714-732.
- Wachira, A. M., L. A. Sinclair, R. G. Wilkinson, M. Enser, J. D. Wood, and A. V. Fisher. 2002. Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, *n*-3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. *Br. J. Nutr.* 88:697–709.

EFICACIA DEL ORÉGANO PARA DISMINUIR LA CARGA PARASITARIA DE OVINOS INFESTADOS CON *Haemonchus contortus*

OREGANO EFFECTIVENESS IN THE PARASITIC LOAD REDUCTION OF SHEEPS INFESTED WITH *Haemonchus contortus*

Javier A. Munguía¹, José C. Leyva¹, Oscar H. Velasco², Celina González², Marcela I. Morales³,
Ramón Molina¹, Adriana Flores², Javier R. Reyna²

¹Depto. de Ciencias Agronómicas y Veterinarias del ITSON.

²Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del IPN, Unidad Durango.

³Centro de Investigación Regional del Noroeste del INIFAP.

Resumen

Haemonchus contortus es un parásito que clínicamente o subclínicamente afecta el desempeño productivo en los pequeños rumiantes. Debido al uso indiscriminado de compuestos químicos, del mercado, este parásito ha desarrollado resistencia a la mayoría de los productos comerciales. Como alternativa, el orégano posee propiedades que pueden controlar este nematodo. Con el objetivo de evaluar la eficacia del orégano en la reducción de la carga de huevos de *H. contortus* en la especie ovina, se utilizaron 20 borregos homogéneos en edad (8 a 12 meses), los cuales recibieron oralmente una sola dosis de 4500 larvas infectantes (L3) de *H. contortus*. Aleatoriamente se asignaron 5 animales a uno de cuatro grupos para recibir: 1). *Orégano Liofilizado* (OREL), 2). *Orégano Molido* (OREM), 3). *Levamisol* (LEV) como prueba de oro y 4). *Control* para evaluar la eficacia del orégano, el cual no recibió ningún tratamiento contra el parásito. A los 19 días de evaluación, el OREM mostró mayor eficacia (64.4%) que OREL (29.4%) en la reducción de huevos por gramo de heces ($P < 0.05$), por lo que se concluye que el orégano molido en dosis única es potencialmente una alternativa natural para el control de parásitos dentro de un programa sanitario.

Palabras clave: Orgánico, control, alternativo, nematodo.

Abstract

Haemonchus contortus is a parasite that affect clinically or subclinically the productive performance in small ruminants. Due to the indiscriminate use of chemicals compounds, this parasite has developed resistance in mostly of commercial products in the market. Alternatively, the oregano has properties that could control this nematode. With the aim of evaluating the effectiveness of oregano in reducing the load of eggs of *H. contortus* in sheep, 20 lambs were used homogeneous in age (8 to 12 months), which received a single oral dose of 4500 infective larvae (L3) of *H. contortus*. Five animals were randomly assigned to one of four groups to receive: 1). Grinded oregano (GRIND), 2). Lyophilized oregano (LYOP), 3). Levamisole (LEV) as gold-test and 4). *Control* to evaluate the efficacy of oregano, which received no treatment against the parasite. At 19 days of evaluation, the GRIND showed greater efficacy (64.4%) than LYOP (29.4%) in the reduction of the eggs per gram of feces ($P < 0.05$). As conclusion, a single dose of oregano in grinded presentation it is potentially a natural alternative to control parasites within a health program.

Keywords: Organic, control, alternative, nematode.

Introducción

Parte de la rentabilidad de los sistemas de producción radica en la eficiencia reproductiva para aumentar el volumen de cosecha de cordero, sin embargo, fallas en el manejo sanitario del hato ocasionan infestaciones parasitarias, las cuales a su vez provocan bajos rendimientos y en casos más severos, la pérdida parcial o total de la cosecha por alta mortalidad. *Haemonchus contortus* es un parásito capaz de afectar jóvenes y adultos al originar una anemia debido a la severa pérdida de sangre, baja conversión alimenticia en animales en producción y con frecuencia provocar la muerte en animales jóvenes (Symons *et al.*, 1995).

El principal método de control de nematodos gastroentericos (NGE) es la aplicación de compuestos químicos, pero el uso inadecuado, inespecífico y frecuente, ha ocasionado un incremento de la prevalencia de NGE resistentes (Leathwick *et al.*, 2001; Terril *et al.*, 2001). Cambios al concepto de producción orgánica y uso de productos pecuarios orgánicos, ha despertado el interés en áreas como la ethnoveterinaria con el uso de aceites esenciales y de plantas como el orégano (Hussain, 2008), ya que permite el consumo de carne o leche durante el tratamiento y ser utilizado en hatos con resistencia a compuestos químicos. Las especies de orégano más comunes que son utilizadas con fines culinarios son *Origanum vulgare*, nativo de Europa y el *Lippia graveolens*, originario de México. En el caso del orégano europeo (*Origanum vulgare*) de la familia *Labiatae* se ha estudiado poco; este no posee efectos tóxicos si se consume en su estado natural en dosis y tiempo prudente. Las propiedades (antioxidante, antimicrobiana, antitumoral, antiséptica, tónica, digestiva e insecticida) en las dos especies contienen varios componentes de importancia comercial de tipo terpenoide como el carvacrol, timol, limoneno; hidrocarburos como β -cariofileno, p-cimeno, canfor, linalol, α -pineno), entre muchos otros (Pascual *et al.*, 2001).

Debido a las propiedades del orégano, su uso puede resultar positivos para el control de *H. contortus* en la especie ovina. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue evaluar la eficacia del aceite liofilizado y molido de orégano en ovinos infestados con *Haemonchus contortus*.

Materiales y Métodos

Descripción de lugar y animales de estudio:

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de un Centro de Acopio de una Asociación de ovinocultores, ubicado en el kilómetro 4.5 de la carretera Esperanza-Hornos (N: 26°36'09.26'', 109°54'22.27'', 42 m/snm) en el Municipio de Cajeme Sonora. Se seleccionaron 20 ovinos de diferentes cruza entre 8 y 12 meses de edad y homogéneos en proporción de sexo. Se fijaron 20 días de adaptación previo (-30d) al inicio de la evaluación (0d), así como agua y alfalfa henificada (*Ad libitum*) antes y después del 0d (Cuadro 1).

Cuadro 1. Esquema cronológico de la evaluación de tratamientos en ovinos parasitados artificialmente con larvas infectantes de *Haemonchus contortus*.

ACTIVIDAD POR PERÍODO										
Adaptación	Infestación	Prepatencia	Conteo 1	Conteo 2	Tratamiento	Evaluación				
-30d	-29d	-5d	-4d	-3d	0d	5d	7d	11d	15d	19d

h/g/h= Huevos por gramo de heces, mediante la técnica McMaster.

Infestación artificial con *Haemonchus contortus*:

Las larvas infectantes (L3) de la cepa "Guerrero" de *Haemonchus contortus* fue proporcionada por el Depto. de Parasitología de la FMVZ, de la UNAM, administradas (sonda gástrica) a los

ovinos al -29d (Cuadro 1) en una dosis única de 4,500 L3. A los -5d se da un periodo de prepatencia (25d) para asegurar la reproducción parasitaria y confirmar la presencia de nematodos gastroentéricos (NGE) mediante la colecta seriada de tres muestras de heces (-5d, -4d y -3d) y respectivo conteo de huevos mediante la técnica de McMaster (Munguía, 2003).

Tratamientos:

Aleatoriamente se seleccionaron cinco animales para recibir uno de cuatro tratamientos: 1). 500 mg/kg de Aceite de *Orégano Liofilizado* (OREL) en suspensión acuosa; 2). 260 mg/kg de *Orégano Molido* (OREM) en suspensión acuosa; 3). 8 mg/kg de *Clorhidrato de Levamisol* (LEV) vía intramuscular profunda y 4). *Control*, ovinos infectados sin tratamiento.

El OREL fue extraído con arrastre de vapor (Golmakani y Rezaei, 2007) en el CIIDIR-IPN unidad Durango y después encapsulado y secado por aspersion en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, mientras que el OREM y LEV procedían de una marca comercial de especies aromáticas y veterinaria respectivamente.

Colecta de muestras:

Después del tratamiento, se tomaron (2 a 5 gr) muestras de heces por 19 días (Cuadro 1) para determinar (Wood *et al.*, (1995) la variable *Eficacia* (%) en los diferentes tratamientos mediante:

$$E = \frac{XC - XT}{XC} \times 100$$

Donde:

E= Porcentaje de efectividad

XC= Cantidad promedio de huevos en el grupo testigo

XT=Cantidad promedio de huevos en el grupo tratado

Análisis estadístico:

La variable *Número de huevos por gramo de heces* (HGH) del parásito en cada día de evaluación fue transformada (Logaritmo natural) para normalizarlos, previa evaluación de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de *Barlett*. Con los datos transformados, se procedió al análisis de varianza bajo la estructura de un diseño completo al azar con mediciones repetidas mediante el procedimiento GLM considerando al *Tratamiento* y *Tratamiento por Tiempo* como factores fijos de variación. La comparación de medias se realizó con la instrucción PDIFF (SAS, 2004). Para su presentación, los datos fueron transformados en sus unidades originales (HGH).

Resultados y Discusión

De acuerdo al cuadro 2, el LEV mostró mayor efecto reductor ($P < 0.05$) en el conteo de HGH respecto al grupo *Control*. La presentación del orégano fue determinante para la variable de respuesta, ya que el OREM fue más eficaz ($P < 0.05$). Así mismo, al comparar el efecto del OREL en relación al *Control*, se puede observar que el orégano en esta presentación fue ineficaz para reducir ($P > 0.05$) el HGH.

Debido a que el *Control* no se desparasitó, este llegó a 2,000 HGH y al evaluar el efecto del tratamiento durante el periodo de estudio, se observó que el LEV redujo ($P < 0.05$) a su totalidad la carga de huevos a partir 7d, lo cual era de esperar por ser la *prueba de oro* (Cuadro 3). Con orégano, la reducción en HGH fue más lenta, en especial para el OREL, el cual fue similar ($P > 0.05$) con el *Control* al final de la evaluación. Entre los grupos de Orégano, el OREM fue más

eficaz (78.5%) en relación con el *Control* al 19d ($P < 0.05$) y un 40% respecto al inicio de la evaluación.

Cuadro 2. Disminución de la carga de huevos/gr heces (HGE) de *Haemochus contortus* debido a la eficacia de las diferentes presentaciones de orégano y Levamisol en ovinos infestados artificialmente.

Tratamiento	HGH		% Eficacia
	Media	± EE	
LEV	173.33	± 132.79 ^a	90.2
OREL	1251.66	± 132.79 ^b	29.4
OREM	630.00	± 132.79 ^c	64.4
Control	1771.66	± 132.79 ^{bd}	---

^{a b c} Indican diferencia estadística ($P < 0.05$) entre hileras.

Cuadro 3. Comportamiento de los diferentes compuestos orgánicos y químicos sobre el conteo de huevos (HGH) durante el periodo de estudio.

Día	TRATAMIENTO							
	LEV		OREL		OREM		Control	
	Media	± EE	% EF	Media	± EE	% EF	Media	± EE
0	1010	± 325.3 ^a	24.6	1240	± 325.3 ^a	7.5	720	± 325.3 ^a
5	30	± 325.3 ^a	97.7	790	± 325.3 ^b	40.6	720	± 325.3 ^b
7	CE			1890	± 325.3 ^a	24.1	810	± 325.3 ^b
11	CE			1440	± 325.3 ^a	0.0	610	± 325.3 ^a
15	CE			1090	± 325.3 ^a	47.8	440	± 325.3 ^b
19	CE			1060	± 325.3 ^a	47.0	430	± 325.3 ^b

^{a b c} Indican diferencia estadística ($P < 0.05$) entre columnas.

En la mayoría de los trabajos *in vivo*, los compuestos vegetales han mostrado una baja eficacia y es difícil que iguallen a los antihelmínticos sintéticos disponibles (Githiori, 2005). La variación en la eficacia de los diferentes compuestos naturales para el control de parásitos gastrointestinales, es determinada por los mecanismos de distribución y biotransformación de los aceites esenciales y compuestos de las plantas en monogástricos o poligástricos (Hennessy, 1997). La difusión transcuticular es la forma común de entrada en nematodos parásitos para diferentes sustancias, también es la ruta predominante para la asimilación de compuestos como los Bencimidazoles, Levamisol e Ivermectina en helmintos (Geary *et al.*, 1999). En general el extracto hidroalcohólico puede contener algunos químicos orgánicos no polares con más polaridad que el extracto acuoso, teniendo mayor solubilidad en los lípidos. Entre otros factores, el tipo de solución y los métodos de extracción pueden en gran medida afectar la actividad de los compuestos botánicos (Egualde *et al.*, 2007). Una forma de explicar el mecanismo de acción del orégano sobre *H. contortus* es la extrapolación de resultados en la eficacia contra *Trypanosoma cruzi*, en donde se muestra la importancia de la presencia del grupo hidroxilo en compuestos fenólicos como el carvacol y el timol, la actividad del timol es atribuida a la característica de los fenolico-hidroxilo, que es más ácido que el grupo de hidroxilo alifático. Una característica importante de los aceites esenciales y sus componentes es su hidrofobicidad; la citometría de flujo muestra que debido a esta característica, los aceites esenciales impregnan la membrana celular y matan a los parásitos por afectar las vías metabólicas citoplasmáticas o gránulos y no por comprometer la integridad de la membrana del parásito, que daría lugar a la lisis de la membrana celular (Santoro, 2007). Es conocido que las terapias naturales para el control de enfermedades

son más lentas independientemente de sus beneficios en el organismo, por lo que de acuerdo a los resultados observados, se considera que en condiciones de manejo en campo sería necesaria una segunda aplicación usando la presentación de orégano molido.

Conclusiones

En este ensayo, el uso de orégano molido resultó más eficaz en la eliminación de la carga de huevos de *H. contortus*, esto revela buenas expectativas para su uso como agente natural de control para nematodos en sistemas la producción ecológica de carne de ovino.

Literatura Citada

- Eguale, T., Tilahun, G., Debella, A., Feleke, A. & Makonnen, E. 2007. *In vitro* and *in vitro* anthelmintic activity of crude extracts of *Coriandrum sativum* against *Haemonchus contortus*. *J Ethnopharmacology*, 110, 428-433.
- Geary, T.G., Sangster, N.C., Thompson, D.P. 1999. Frontiers in anthelmintic pharmacology. *Vet Parasitol*, 84, 275-295.
- Githiori, J.B., Thamsborg, S.M. & Atanasiadou, S. 2005. Use the plants in novel approaches to control of gastrointestinal nematodes in small ruminants. Proc. Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control. Mérida Yucatán, México.
- Golmakani, M.T. & Rezaei, K. 2007. Comparison of Microwave-Assisted Hydrodistillation with the Tradicional Hydrodistillation Method in the Extraction of Essencial Oils from *Thymus vulgaris*. L. *Kournal of Food Chemistry*, 12 (84), 1-24.
- Hennessy, D.R. 1997. Modifying the formulation or delivery mechanism to increase the acivity of anthelmintic compounds. *Vet Parasitol*, 72,367-390.
- Hussain, A. 2008. Evaluation of anthelmintic activity of some ethnobotanicals. Thesis Doctor of Philosophy. Parasitology department of parasitology faculty of veterinary science. University of Agriculture. Faisalabad. Pakistan. Pp 135.
- Leathwick, D.M., Pomroy, W.E. & Heath, A.C.G. 2001. Anthelmintic resistance in New Zealand. *New Zealand Vet J*, 49,227-235.
- Munguía, X.J.A. 2003. Manual de prácticas del laboratorio de parasitología. Instituto Tecnológico de Sonora. Pp.34,63,71.
- Pascual, M.E., Slowing, K., Carretero, E., Sánchez, M.D. & Villar, A. 2001. Lippia: traditional uses, chemistry and pharmacology: A review. *Journal of Pharmacology*, 76,201-214.
- Santoro, G.F., Cardoso, M.G., Guimaraes, L.G.L., Salgado, A.P.S.P., Menna, B. R.F. & Soares, M.J. 2007. Effect of oregano (*Origanum vulgare* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oils on *Trypanosoma cruzi* (Protozoa: Kinetoplastida) growth and ultrastructure. *Parasitol Res*, 100, 783-790.
- SAS. SAS/STAT. 2004. User's Guide, Software Version 9.1.2 Cary, NC: SAS Institute Inc., USA.
- Symons L.E.A. 1985. Anorexia, occurrence, pathophysiology and possible causes in parasitic infections. *Adv Parasitol*, 24, 103-133.
- Terril, T.H., Kaplan, R.M., Larsen, M., Samples, O.M., Miller, J.E., Gelaye, S. 2001. Anthelmintic resistance on goats farms in Georgia: efficacy of anthelmintics against gastrointestinal nematodes in two selected goat herds. *Vet Parasitol*, 97, 261-268.
- Wood, I.B., Amaral, N.K., Bairden, K., Duncan, J.L., Kassai, J., Malone, J.B., Pankavich, J.A., Reinecke, R.K., Slocombe, O., Taylor, S.M. & Vercruyse, J. 1995. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine and caprine). *Vet Parasitol*, 58,181-213.

DIFERENTES COMPUESTOS EVALUADOS PARA EL CONTROL DE FASCIOSIS INDUCIDA ARTIFICIALMENTE EN CAPRINOS CRIADOS BAJO CONDICIONES DE BAJA HUMEDAD

DIFFERENT COMPOUNDS EVALUATED FOR THE CONTROL OF FASCIOSIS INDUCED ARTIFICIALLY IN CAPRINES RAISED UNDER LOW HUMIDITY CONDITIONS

Javier A. Munguía¹, Marlene C. Zavala¹, Miguel R. Molina¹, Marcela I. Morales², José C. Leyva¹, Lourdes A. Flores¹, Jesús R. Cedillo¹, Víctor M. Salgado³, Fernando Rivera¹

¹Depto. de Ciencias Agronómicas y Veterinarias del ITSON

²Centro de Investigación Regional del Noroeste del INIFAP

³Facultad de Medicina. Unidad de Bioterio. UNAM

Resumen

La fasciolosis se desarrolla de forma clínica o sub-clínica preferentemente en zonas húmedas sin embargo se ha reportado la incidencia de *Fasciola hepatica* en caprinos en climas semiáridos como el sur de Sonora. El control químico de esta parasitosis es variado pero la eficacia de pocos compuestos ha sido evaluada en los sistemas de producción caprinos de esta zona. Por lo tanto, para evaluar la eficiencia de diferentes compuestos contra *Fasciola hepatica* en caprinos infestados artificialmente, se utilizaron 15 caprinos jóvenes (8 y 12 meses de edad) de diferente sexo y cruce genética, los cuales fueron inoculados (0d) con 250 metacercarias de *F. hepatica*.

A los 13d post-infestación se determinó la carga máxima de huevos en heces en los animales y fueron distribuidos aleatoriamente para recibir uno de tres tratamientos comerciales: 1). 7.5mg/kg Triclabendazol (TCBZ; n=5) vía oral, 2). 5 mg/kg, de Closantel (CLST; n=5) vía subcutánea y dejando un grupo infectado sin tratamiento como 3). Testigo (n=5). La presencia o ausencia de huevos del trematodo se determinó por la técnica de sedimentación y la recolección de parásitos adultos mediante la exploración de hígados en rastro. El efecto del tratamiento sobre el tamaño del parásito fue medido. Al final de la evaluación, el CLST superó (P<0.05) al TCBZ y testigo en la reducción de huevos en heces y adultos en hígado. No hubo efecto de tratamiento (P>0.05) sobre el tamaño del trematodo. El Closantel es el compuesto de elección para combatir el trematodo en caprinos en un clima semiárido

Palabras clave: Trematodo, semi-humedo, caprinos huevos.

Abstract

Fasciolosis is developed clinical or subclinical preferably in humid areas however the incidence of *Fasciola hepatica* has been reported in goats in semiarid climates as the southern of Sonora. Chemical control of this parasite is diverse but the effectiveness of few compounds has been evaluated in goat production systems in this region. Therefore, in order to evaluate the efficiency of different compounds against *Fasciola hepatica* in artificially infected caprines, 15 young (8 and 12 months old) goats of different sex and genetic breeds, which were inoculated (0d) with 250 metacercariae of *Fasciola hepatica*. At 13 d post-infestation was determined the maximum load of eggs in animals feces and were randomly distributed to receive one of three commercial treatments: 1). orally 7.5mg/kg of Triclabendazole (TCBZ, n = 5), 2). subcutaneously 5 mg/kg of Closantel (CLST, n = 5) and leaving an infected untreated group as 3). control (n= 5). The

presence or absence of trematode eggs was determined by the sedimentation technique and the collecting of adult parasites done by liver exploration at the slaughter. The effect of the different treatments on the parasite size was measured. At the end of the evaluation, the CLST was better ($P < 0.05$) than TCBZ or control in reducing the load of eggs in feces and adults in liver. The size of the trematode was not affected by treatment ($P > 0.05$) As conclusion, Closantel is the compound of choice against the fluke in goats in semiarid climate.

Keywords: Fluke, semi-humid climate, eggs.

Introducción

Las pérdidas que ocasiona *F. hepatica* se clasifican como directas cuando mueren animales jóvenes por infestaciones graves e indirectas cuando ocasionan bajo calidad y rendimiento en leche; deficiente conversión alimenticia demerita el crecimiento, induce a la inmunodepresión e infertilidad. Así mismo, es causa de decomiso parcial o total de hígados en rastro (Castellanos *et al.*, 1992; Rangel y Martínez, 1994). En pequeños rumiantes con fasciolosis sub-clínica o crónica en el hígado, el consumo de alimento es afectado (-15 a 20 %) y en infecciones severas la energía metabólica decrece en 24% y el crecimiento de huesos y músculos se reduce en 16%. La lactancia puede disminuir en 25 % y aumentar la mortalidad de cabritos y adultos (Vlassoff *et al.*, 1999; Nwosu *et al.*, 1996b; Silvestre *et al.*, 2000). Lo anterior, impacta negativamente la rentabilidad en el sistema de producción, por lo que la búsqueda de estrategias de control contra este trematodo son justificadas.

El principal método de control de *F. hepatica* es la aplicación de compuestos químicos, pero se tienen pocos trabajos de su uso en caprinos en regiones semiáridas como el sur de Sonora, en base lo anterior, el objetivo del ensayo fue evaluar la eficacia dos compuestos contra *F. hepatica* en caprinos infectados en forma artificial.

Material y Métodos

Localización y animales del estudio

El trabajo se realizó en los corrales en el centro de acopio de una asociación de ovinocultores del Sur de Sonora, ubicado en la carretera Esperanza-Hornos, kilómetro 4.5 (N: 26°36'09.26'', 109°54'22.27'', 42 m/snm) en el Municipio de Cajeme Sonora. Se utilizaron 15 caprinos jóvenes (8 meses a 12 meses de edad) de diferente sexo y cruce genética. Se les proporcionó un periodo de acondicionamiento de 20 d, tiempo en el cual se aretaron para su identificación. El agua y alimento (alfalfa henificada) fue a libre acceso. En serie se colectaron muestras de heces antes de la inoculación para el análisis coprológico (sedimentación) y verificar que los animales estuvieran libres de *F. hepatica* y parásitos gastroentéricos (Munguía, 2003).

Inoculación

Una dosis de 250 metacercarias de *Fasciola hepatica* fue administrada oralmente al 0d. Las metacercarias tenían 15 días de enquistadas y conservadas en refrigeración a 5°C. Se tomaron muestras de heces para determinar el tiempo de aparición de huevos en heces y el nivel máximo de carga parasitaria.

Formación y aplicación de de tratamientos

En la semana 13 post infección se observó el nivel máximo de eliminación de huevos de *Fasciola hepática* en los 15 animales, los cuales se distribuyeron aleatoriamente cinco caprinos a uno de tres tratamientos: 1). 7.5mg/kg Triclabendazol (TCBZ) vía oral, 2). 5 mg/kg de Closantel

(CLST) vía subcutánea y un grupo de animales sin tratamiento como 3). Testigo (Wood *et al.*, 1995).

Toma de muestras post tratamiento

Después de los 21 d, los animales fueron enviados a rastro denominado *Expendio El Charolito*, en el mismo municipio. Se recolectó el hígado de cada animal en bolsas separadas, identificadas por número de arete y se colocó en hieleras (- 5°C) y se trasladaron al laboratorio de parasitología del Instituto Tecnológico de Sonora para la inspección de hígados. El órgano se cortó en finas láminas de 1cm y se comprimieron manualmente para facilitar la expulsión del trematodo por los conductos biliares. Las fasciolas (extraídas parciales o enteras) se colocaron en cajas de petri con agua destilada (Wood *et al.*, 1995) para contar y medir el largo y ancho de los trematodos recolectados.

Determinación de la eficacia

La eficacia (E) se calculó considerando la presencia o ausencia de huevos en heces durante los 21d y de adultos en hígado (Wood *et al.*, 1995) mediante:

$$E = \frac{XC - XT}{XC} \times 100$$

E= Porcentaje de efectividad

XC= Cantidad promedio de huevos y adultos en el grupo testigo

XT=Cantidad promedio de huevos y adultos en el grupo tratado

En el análisis estadístico

Para la comparar la eficacia de los diferentes tratamientos sobre el número de huevos en heces (NHH) y numero de adultos de Fasciolas en hígado (NAH), por lo que los datos se transformaron (Box y Cox) mediante $(\log \text{ de NHH} + 1 \times 5.7579121)$ y $[(\log \text{ de NAH} + 1)^{0.6} - 1] / 0.3677517$], para someter a análisis de varianza mediante el procedimiento GLM en el paquete estadístico SAS (2004) que determinó la diferencia en la reducción de NHH y NAH (Zar, 1996).

Resultados y Discusión

La eliminación de NHH inició (dos cabras) a partir de la semana seis postinfección y en la decima todos eran positivos, lo que fue similar al reportado de un periodo de prepatencia de 9 a 13 semanas (Martínez *et al.*, 1999).

El rango de porcentaje de implantación fue de 19.6 a 56.4 % con un promedio de 32.75%, el cual es más alto que los porcentajes reportados en rangos de 5.1-16.7 % promediando 13.29% (Martínez, 2010). Otro estudio encontró con una primera inoculación un 19.7% y la segunda de 24.3% (Martínez *et al.*, 1999). Los porcentajes pueden variar en cada modelo por las condiciones propias de edad y maduración de la metacercaria, migración y defensas del huésped entre otros.

El NHH post tratamiento para los 7, 14 y 21d en el TCBZ fue de 171, 81 y 96 huevos con un porcentaje de eficacia de 65.86%, 81.59% y 75.81% respectivamente. Para el CLST, el porcentaje de eficacia en NHH fue de 100% (NHH=0) desde la primera semana.

El CLST mostró un mayor efecto reductor ($P < 0.05$) en el NHH respecto al control y menor escala con TCBZ. Las diferentes características evaluadas donde hubo reducción fue en NHH y

NAH, siendo mejor el CLST que el TCBZ ($P < 0.05$). El largo de las fasciolas fue similar entre tratamientos ($P > 0.05$) (Cuadro 1).

En una prueba controlada en estudios previos en Sonora, revelan que el TCBZ mostró un 74.63% de efectividad (Martínez, 2010; Munguía *et al.*, 2010) y en una prueba de campo con infección natural se obtuvo el 100% de eficacia (Arce, 2010; Munguía *et al.*, 2010). Las diferencias encontradas tienden a que las metacercarias de *Fasciola hepatica* inoculadas tienen resistencia al TCBZ, similar a los reportados en 1998 y 1999 en bovinos y ovinos (Moll *et al.*, 2000). Respecto al largo de las fasciolas, estas fueron similares ($P < 0.05$) entre el TCBZ (22.11 mm) y control (22.28mm). Un estudio similar reportó trematodos de 20.9 mm de largo en animales tratados con TCBZ (Martínez, 2010).

Cuadro 1. Eficacia de dos compuestos químicos contra *Fasciola hepatica* en cabras con infección artificial

Grupo (n = 5)	Promedio NHH**		Eficacia % A 21 días		Fasciolas NAH***		<i>Fasciola hepatica</i> Promedio largo
	Antes Tx*** Día 0	Después Tx Día 21	Reducción de huevos	Reducción de Fasciolas	Rango	Media	Total (mm)
TCBZ	43.6 ^a	19.2 ^a	75.81 ^a	45.87 ^a	24-92	44.6 ^a	22.11 ^a
CLST	26 ^b	0 ^b	100 ^b	100 ^b	0	0 ^b	0 ^b
TESTIGO	86.2 ^c	79.4 ^c			49-141	82.4 ^c	22.28 ^a

* Diferentes literales indican diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$)

** NHH Número de huevos en heces

*** NAH Número de adultos en hígado

Conclusión

El Closantel tuvo el mejor efecto en la reducción de huevos en heces y eliminación de *Fasciola hepatica* en hígado que el Triclabendazol, sin embargo, se deben realizar pruebas complementarias para determinar el posible efecto de resistencia del trematodo al Triclabendazol.

Literatura Citada

- Arce, R.A. 2010. Evaluación de la eficacia del compuesto alfa contra *Fasciola hepatica* en caprinos infectados en forma natural. Tesis de licenciatura, Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora.
- Castellanos, H.A.A., Escutia, S.I. & Quiroz, R.H. 1992. Frecuencia de fasciolosis hepática en bovinos sacrificados en las plantas tipo inspección federal en México de los años 1979-1987. *Vet Méx*, 23, 339-342.
- Leathwick, D.M., Pomroy, W.E. & Heath, A.C.G. 2001. Anthelmintic resistance in New Zealand. *New Zealand Vet J*, 49, 227-235.
- Martínez, M.A., Jiménez, L.V., Moreno, T., Redondo, E.S., Martín, M.J. & Pérez J. 1999. Liver pathology and immune response in experimental *Fasciola hepatica* infections of goats. *Vet Parasitol*, 82, 19-23.

- Martínez, C.L.R. 2010. Evaluación de la eficacia del Compuesto Alfa contra *Fasciola hepatica* en caprinos infectados en forma artificial. Tesis de licenciatura, Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora.
- Munguía, X.J.A. (2003). Manual de prácticas del laboratorio de parasitología. Instituto Tecnológico de Sonora. Pp.34, 63,71.
- Munguía, X.J.A., Leyva, C.J.C., Morales, M.I.P., Ibarra, F.V., Castillo, R.B., Martínez, R.L.C., Arce, R.A.V., Vera, Y.M. & Hernández, A.C. 2010. Evaluación de compuestos químicos para el control de fasciolosis en cabras bajo condiciones semiáridas de Sonora, México. Memorias de XX Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. 358- 364.
- Moll, L., Gaasenbeek, C., Vellema, P. & Borgsteede, F. 2000. Resistance of *Fasciola hepatica* against triclabendazole in cattle and sheep in the Netherlands. *Vet Parasitol*, 51, 153-158.
- Nwosu, C.O, Ogunrinade, A.F. & Fagbemi, B.O. 1996b. Prevalence and seasonal changes in the gastro-intestinal helminthes of Nigerian goats. *J Helminthol*, 70, 329-333.
- SAS. SAS/STAT. 2004. User's Guide, Software Version 9.1.2 Cary, NC: SAS Institute Inc., USA.
- Symons, L.E.A. 1985. Anorexia, occurrence, pathophysiology and possible causes in parasitic infections. *Adv Parasitol*, 24, 103-133.
- Rangel, R.L.J. & Martínez, D.E. 1994. Pérdidas económicas por decomiso de hígados y distribución geográfica de la fasciolosis bovina en el estado de Tabasco, México. *Vet Méx*, 25,327-331.
- Silvestre, A., Chatier, C., Sauve, C. & Cabaret, J. 2000. Relationship between helminth species diversity, intensity of infection and breeding management in dairy goats. *Vet Parasitol*, 94, 91-105.
- Symons, L.E.A. 1885. Anorexia, occurrence, pathophysiology and possible causes in parasitic infections. *Adv Parasitol*, 24, 103-133.
- Vlassoff, A., Bisset, S.A. & McMurtry, L.W. 1999. Faecal egg counts in Angora goats following natural or experimental challenge with nematode parasites: within-flock variability and repeatabilities. *Vet Parasitol*, 84, 113-123.
- Wood, I.B., Amaral, N.K., Bairden, K., Duncan, J.L., Kassai, J., Malone, J.B., Pankavich, J.A., Reinecke, R.K., Slocombe, O., Taylor, S.M. & Vercruysse, J. 1995. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine and caprine). *Vet Parasitol*, 58,181-213.
- Zar, J.H. 1996. Biostatistical Anaylsis. Ed. Prentice-All. NJ. 620 pp.

ALTERNATIVAS DE ALIMENTACIÓN EN OVINOS DE PELO EN TAMULIPAS

ALTERNATIVE OF FOOD THE HAIR SHEEP IN TAMULIPAS

Jaime Flores*¹Rubén D. Garza¹, Noé Montes¹, Manuel de la Garza² y Ernesto García³

¹Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, ²Sitio Experimental Abasolo, Tam. ³Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Rodhe-UAT flores.jaime@inifap.gob.mx

Resumen

La producción de carne ovina se considera una alternativa para abastecer de proteína animal a la población de México. El estudio se realizó en el Campo Experimental INIFAP Río Bravo con el objetivo de evaluar alternativas forrajeras para la alimentación ovina. Se utilizaron 33 corderos destetados F¹ provenientes de la cruce Pelibuey-Dorper, 19 hembras y 14 machos, nacidos en abril de 2011. Se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos; T₁) ración con sorgo dulce RB cañero y T₂) ración con zacate buffel milenio. Se evaluó la ganancia de peso a 7, 14, 28, 35, 42, 49, 56, 63 y 70 días (GP) y condición corporal (CC). Los datos se analizaron con GLM de SAS, y la comparación de medias con Tukey. La GP fue significativa ($P \leq 0.0001$), con mayor GP en T₂ (282.4 g) y menor en T₁ (258.7 g) y la CC fue similar en T₁ y T₂ (4.0). El sexo y CC fueron diferentes ($P \leq 0.0001$), los machos fueron más pesados (21.7 kg) que las hembras (16.0 kg), la CC presentó el mismo comportamiento de 4.3 y 4.0. El período de engorda fue significativo ($P \leq 0.0001$), con mayores GP en el T₂ y T₁ (282.4 y 258.7 g). Los días fueron diferentes para ambos tratamientos Cuadro 2. La mejor CC se presentó a 70 días con 4.5 (escala 1 a 5). Los tratamientos fueron iguales, presentando efectos solo en los períodos de engorda obteniendo mayor ganancia a los 7 y 14 días con 395.1 y 439.5 g.

Palabras clave: Ovinos, ración, zacate buffel, sorgo RB cañero y ganancia de peso.

Abstract

Sheep meat production is considered an alternative to animal protein supply to the population of Mexico. The study was conducted in the Experimental Station Rio Bravo in order to evaluate alternatives sheep forage for food. We used 33 lambs weaned F¹ from the cross-Pelibuey Dorper, 19 females and 14 males, born in April 2011. We used a completely randomized design with two treatments, T₁) serving with sweet sorghum and sugarcane RB T₂) ration with buffelgrass millennium. We evaluated weight gain to 7, 14, 28, 35, 42, 49, 56, 63 and 70 days (WG) and body condition (BC). The data were analyzed using SAS GLM and the Tukey mean comparison. The GP was significant ($P \leq 0.0001$), more GP in T₂ (282.4 g) and lowest in T₁ (258.7 g) and the BC was similar in T₁ and T₂ (4.0). Sex and BC were different ($P \leq 0.0001$), males were heavier (21.7 kg) than females (16.0 kg), the BC had the same behavior of 4.3 and 4.0. The fattening period was significant ($P \leq 0.0001$), with higher WG in T₂ and T₁ (282.4 and 258.7 g). The days were different for both treatments Table 2. The best BC was presented to 70 days with 4.5 (scale 1 to 5). Treatment effects were similar showing only during periods of fattening getting more gain at 7 and 14 days with 395.0 and 439.5 g.

Keywords: Sheep, serving, buffelgrass, sorghum sugarcane RB and weight gain.

Introducción

La producción de carne ovina se considera una alternativa para abastecer de proteína de origen animal, a una población cada vez más creciente como la que posee México. En nuestro país existe una gran tradición en el consumo de carne de borrego, derivándose en una elevada demanda, que sobrepasa la oferta nacional (Acero, 2002 y Cruz, 1991), situación que se mantiene en la actualidad lo que acentúa la importación de carne de ovina procedente congelada de otros países.

El problema de abastecimiento de carne, se debe en parte por la baja eficiencia de los sistemas de producción pecuaria que buscan nuevas alternativas para mejorar la producción de corderos. Sin embargo, los costos de alimentación son los que inciden en la economía de la ovinocultura en México la hace menos rentable. La proteína y la energía son nutrientes importantes que limitan la producción, para mejorar el valor energético de las dietas es necesario la inclusión de granos, melaza, cebos y otras subproductos alimenticios Chávez *et al.*, (2002), que mejoren la calidad de las dietas que consumen los animales.

Actualmente se buscan alternativas de alimentación que permitan obtener mayores ganancias de peso, mejorando la conversión alimenticia y la calidad de la canal. Por lo que uno de los cultivos que compite con los granos y que presenta ventajas sobre otros, es el sorgo dulce *Sorghum bicolor* (L.) Moench; cultivo que provee grano, follaje y tallos. El sorgo dulce se puede utilizar en la producción de azúcar refinada Rajvanshi *et al.*, (1993), alcohol House *et al.*, (2000), gasolina, papel, goma de mascar; ha sido utilizado por alrededor de 150 años para producir miel concentrada con un sabor distintivo (Schaffert, 1992). Actualmente, los sorgos dulces se utilizan ampliamente en la producción de ensilados y alimentos balanceados para animales Undersander *et al.*, (1990). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la ganancia de peso de corderos alimentados con dos raciones que en su ingrediente contenían principalmente sorgo dulce RB cañero y zacate buffel milenio.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el módulo de ovinos del Campo Experimental Río Bravo perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el km 61 de la carretera Matamoros Reynosa 25° 57' 54'' LN y 98° 01' 03'' LO Silva, *et al.*, (2007). Se utilizaron 33 corderos destetados F¹ producto de las cruces Pelibuey x Dorper, de las cuales 19 fueron hembras y 14 machos enteros, nacidos en abril de 2011, provenientes de un empadre iniciado el 23 de noviembre del 2010 con una duración de 35 días con monta nocturna, utilizando un semental para cada 30 hembras.

Antes de iniciar el experimento los corderos fueron vacunados, desparasitados y vitaminados con Bovact 8 vías, Closantil al 5% y Polivit + ADE[®], aplicando las siguientes dosis 2.5, 2, y 3 ml para cada uno. A si mismo se aplicó 3 ml de Antoplex[®] como fuente de hierro para estimular el apetito y corregir las deficiencias en los corderos. Se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos 1) ración con sorgo dulce RB cañero y 2) ración con zacate buffel milenio. La composición de dieta compuesta a base de 60% de sorgo, 13% de harina de soya, 9% de cascarilla de soya, 7.8 % de heno de pasto buffel molido, 5% de melaza, 3,2% de vitaminas y minerales, 1% de urea y 1% de sal mineral con 14% de proteína cruda.

Se utilizaron dos corrales de piso elevado para el primer grupo con 10 hembras y 7 machos los cuales consumían una dieta que contenía ingrediente el sorgo dulce RB cañero; para el segundo grupo fueron 9 hembras y 7 machos proporcionando una dieta que contenía en su ingrediente el zacate buffel milenio. Los animales tuvieron acceso a bebederos automatizados se les proporciono alimento *ad libitum*, en comederos rústicos de acuerdo al 5% peso vivo, durante 70 días. Se registró la ganancia de peso cada semana utilizando una báscula digital con capacidad de 250 kg. La ganancia diaria de peso promedio se determinó mediante la diferencia del peso final menos el peso inicial entre el número de días. Se utilizó el diseño completamente al azar.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando el procedimiento GLM (SAS, 2004) y la comparación de medias con la prueba de Tukey a una probabilidad de ($P < 0.05$), el peso inicial de los corderos se utilizo como una covariable para ajustar las medias de tratamientos.

Resultados y Discusión

Para las ganancias de peso obtenidas en las raciones utilizadas en la alimentación de los corderos no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), con ganancia de peso en corderos que consumieron zacate buffel de 18.8 kg y ganancia de peso de 17.8 kg, en corderos alimentados a base de sorgo dulce. Por otro lado, la condición corporal de los animales no presento diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), evidenciando que el consumo de las raciones no modifico la condición corporal de los animales (Cuadro 1).

Los resultados obtenidos para este estudio fueron superiores a los reportados por Redonda *et al.*, (1996), en ovinos de la raza Pelibuey pero inferiores a los reportados por Menassé *et al.*, (2002) y Mendoza *et al.*, (2002) quienes reportaron ganancias de pesos superiores a 293 y 328 g/día a los obtenidos en este estudio.

Para el tipo de sexo los corderos y la condición corporal de las mismas, presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.0001$), pudiendo observar que los corderos machos fueron los que presentaron mayor ganancia de peso 21.7 kg en comparación con las hembras, las cuales fueron menos pesadas 16.0 kg. Para la condición corporal de estos animales siguieron la misma tendencia, observando que los corderos machos presentaron mayor condición corporal (Cuadro 1) con respecto a las hembras.

Los resultados obtenidos en este estudio sobre la ganancia de peso en corderos separados por el tipo de sexo, fueron superiores a los reportados por Sampallo (2009), quién obtuvo 197 y 167 g de peso para machos y hembras de la raza Pelibuey. Cárdenas *et al.* (2006), mencionan que en corderos encastados de Dorper, las hembras ganaron menos peso que los machos con valores promedios de 135 y 217 g/día respectivamente, los cuales resultaron inferiores a las ganancias de pesos obtenidos en presente estudio.

Cuadro 1. Efecto del tipo de ración y tipo de sexo sobre la ganancia de peso total (kg) y la condición corporal de corderos alimentados a base de zacate Buffel Milenio y sorgo dulce RB cañero en el norte de Tamaulipas.

Tratamientos	Ganancia de peso (kg)		Desviación estándar	(N)	Condición corporal		Desviación estándar
Ración							
Zacate Buffel Milenio	18.8	a	± 3.9	151	4.1	a	± 0.5
Sorgo RB Cañero	17.8	a	± 3.0	166	4.1	a	± 0.7
Sexo de los corderos							
Machos	21.7	a	± 1.9	132	4.3	a	± 0.7
Hembras	16.0	b	± 2.3	185	4.0	b	± 0.5

Para cada columna, valores con distinta literal son estadísticamente diferentes a (P <.05).

Los resultados obtenidos durante el periodo de engorda de corderos alimentados con sorgo dulce RB cañero y zacate buffel milenio, presentaron diferencias estadísticas significativas (P<0.0001) observando que los corderos que consumieron la ración que contenía zacate buffel presentaron mejores ganancias de peso promedio (282.4 g) con respecto a la ración que contenía sorgo dulce (Cuadro 2), la cual presentó ganancias de peso más bajas (258.7 g)

Cuadro 2. Ganancia de peso semanal (g) en corderos alimentados a base de zacate Buffel Milenio y sorgo dulce RB cañero en el norte de Tamaulipas.

Periodos evaluados	Sorgo dulce RB cañero		Zacate buffel Milenio		Promedio
	Ganancia de peso diario (g)		Ganancia de peso diario (g)		
7	395.1	±163.6a	357.3	±116.6b	376.1b
14	439.6	±122.4a	508.1	±133.4a	473.8a
21	275.6	± 98.8b	295.6	± 81.3bc	285.6c
28	215.2	±101.8bc	155.2	± 64.7c	185.2 d
35	236.2	± 58.2bc	272.4	± 97.8bc	254.3cd
42	163.7	± 81.9c	248.6	± 80.4cb	206.1cd
49	224.5	± 86.7bc	228.5	± 120.4cb	226.5cd
56	256.3	±124.6bc	238.4	±103.5bc	247.3cd
63	197.1	± 96.9bc	162.8	± 94.9c	179.9 d
70	184.0	± 95.6bc	357.2	±267.6b	270.6cd
Promedio	258.7b		282.4a		

Para cada columna, valores con distinta literal son estadísticamente diferentes a (P <0.05).

Conclusiones

Las raciones evaluadas presentaron un comportamiento similar en las ganancias de peso total de los corderos, sin embargo para los periodos de engorda las ganancias de peso fueron diferentes, con incrementos de 9% al utilizar en la ración zacate buffel. Por lo anterior, se puede

considerarse que el sorgo dulce representa una alternativa forrajera para su inclusión en el balanceo de raciones para la alimentación animal.

Literatura Citada

- Acero, CH. M. Posicionamiento de la carne ovina en el mercado mundial. En: Memoria II Taller sobre sistemas de producción ovina del noreste y Golfo de México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. 11/26-29 México. 78-100 pp. 2002.
- Cárdenas, S.J.A., Rubio C.J.V., y Herrera J.V. 2006. Comportamiento de corderos encastados de Dorper en finalización del GGAVATT Ovinocultores de Jala, Nayarit. Memoria XLII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. pp. 334.
- Cruz, C. 1991. Engorda de los borregos Pelibuey en condiciones tropicales. Memorias de la Tercera Reunión de Producción Animal Tropical. pp 29-37. CIEEG. T-UNAM. Veracruz, México.
- Chávez, F. J.A; Martínez B.I; Loya H.E.M; Cienfuegos R.E.R y González R.J. 2002. Comportamiento individual de corderos de razas de pelo, alimentados con dietas integrales con cebo de res o melaza. En: Memoria II Taller sobre sistemas de producción ovina del noreste y Golfo de México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. 11/26-29 México. 78-100 pp. 2002.
- House, H. R., M. Gomez, O.S. Murty, Y. Sun, and B.N. Verma. 2000. Development of some agricultural industries in several African and Asian countries. pp 131-190. *In: Sorghum: Origin, history, technology and production.* Smith *et al.* (ed.). John Wiley & Sons, New York, USA.
- Macedo, R. y Arredondo, V. 2008. Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos pelibuey en manejo intensivo. Tecomán, Col, Méx. Arch. Zootec. 57 (218): 219-228.
- Menassé-Gonzalez, J. A., M. Huerta-Bravo, P. A., Martínez-Hernández y J. García-Muñis. 2002. Comportamiento productivo de corderos Suffolks en crecimiento con dos niveles de proteína y Zinc en la dieta. Memoria. XXX Reunión de la Asociación Mexicana de producción Animal, Guadalajara, Jalisco. p. 153-156.
- Mendoza-Guzmán, S., C. Sánchez-Del Real, J. A. Cadena-Meneses y A. Mejenes-Quijano. 2012. Influencia del zinc sobre el comportamiento productivo y características de la canal de corderos. Memoria. XXX Reunión de la Asociación Mexicana de producción Animal, Guadalajara, Jalisco. p. 165-168.
- Redonda, A. R., J. C. Martínez G., F. A. Lucero M. y A. González R. 1996. Utilización de lactobacilos en la dieta de corderos Pelibuey en estabulación. Memorias .XX Congreso Nacional de Buiatría. Acapulco, Guerrero. p. 513-516.
- Rajvanshi, A. K., De, T. K., Jorapur, R. M., and Nimbkar, N. 1993. Jaggery and syrup from sweet sorghum. Publication No. NARI-GUR, published by Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI), Phaltan, India.
- Sampallo, H. M. 2009. Evaluación productiva de grupos raciales de ovinos de pelo en EL NORTE DE Tamaulipas. Tesis. Maestría en producción animal tropical. UAT. UAM Agronomía y ciencias. Cd. Victoria, Tam. Pp. 56.
- Schaffert, R. E. 1992. Sweet sorghum substrate for industrial alcohol. pp. 131-137. *In: Utilization of sorghum and millets: proceedings of the International workshop on policy, practice, and potential relating to uses of sorghum and millets, 8-12 Feb. 1988, ICRISAT Center, Bulawayo, Zimbabwe.*
- SAS Institute. 2004. STAT/SAS User's Guide, release 9.1 ed. SAS Institute, Cary, NC.
- Silva, S. M. M, Medina, G.G., Ruíz, J. A., Serrano, A.V., Díaz, P.G y Cano, G.A M. 2007. Estadísticas Climatológicas Básicas del estado de Tamaulipas.
- Undersander, D. J., L.H. Smith., A.R. Kaminski., K.A. Kelling, and J.D. Dolé. 1990. Sorghum-Forage. In http://www.hort.purdue.edu/newcrop/AFCM/for_age.html

INFLUENCIA DE LA ÉPOCA DE NACIMIENTO SOBRE EL PESO AL NACER Y DESTETE EN OVINOS DE PELO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

INFLUENCE OF BIRTH TIME ON BIRTH WEIGHT AND WEANING WEIGHT IN HAIR SHEEP IN NORTH TAMAULIPAS

Ernesto García^{1*}, Rubén D. Garza^{2*}; Jaime Flores² y Martin A. Ibarra³

¹UAM Reynosa-Rodhe-UAT, ²Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, ³Facultad de Ingeniería y Ciencias-UAT
garza.ruben@inifap.gob.mx

Resumen

Se evaluaron los efectos del tipo de parto (sencillo/múltiple), sexo (macho/hembra), mes de nacimiento (Enero-Feb-Agosto-Sep-Nov y Dic. del 2003 y Abril-Mayo 2004) y genotipo (½ Katahdin, ½ Dorper, Pelibuey, Saint Croix y ¾ Dorper), sobre el peso al nacimiento (PN) y peso al destete (PD). Se encontró efecto entre los genotipos evaluados ($P < 0.05$), y se observó que ½ Katahdin presentó el mayor PN (3.11 kg) y menor en Pelibuey (2.34 kg). El PN de las crías fue afectado por el sexo ($P < 0.05$) y tipo de parto. Los machos fueron más pesados (2.86 ± 0.8 kg) que las hembras (2.69 ± 0.7 kg), mientras que los corderos sencillos fueron más pesados (3.37 ± 0.8 kg) que los múltiples (2.45 ± 0.6 kg). Para PD, se observó una diferencia estadística significativa ($P < .0001$), con mayor peso en corderos sencillo (17.13 kg), y menor en múltiple (13.80 kg). Los machos fueron más pesados (15.95 kg) que las hembras (14.09 kg). El mayor PD se obtuvo en el genotipo ¾ Dorper (16.95 kg), seguida de ½ Dorper, ½ Katahdin, Pelibuey y Saint Croix (16.31, 15.32, 14.49 y 13.96 kg), respectivamente. Los efectos de sexo, tipo de parto y genotipo ejercieron influencia sobre el PN, ya que los corderos machos fueron más pesados, de parto simple, y en los genotipos de mayor capacidad cárnica que el Pelibuey. Sobre el PD se detectaron efectos del sexo, tipo de parto, época de nacimiento y genotipo, en donde el mayor peso fue en machos de parto simple, nacidos entre enero y febrero, especialmente en los genotipos Dorper.

Palabras clave: Ovinos de pelo, genotipos, peso nacimiento, peso al destete.

Abstract

The effects of type of birth (single/multiple), sex (male/female), birth month (January-February-August-Sep-Nov and Dec. 2003 and April-May 2004) and genotype (½ Katahdin, ½ Dorper, Pelibuey, Saint Croix and Dorper ¾) on birth weight (BW) and weaning weight (WW). Effect was found between genotypes ($P < 0.05$), and found that ½ Katahdin had the highest BW (3.11 kg) and lowest in Pelibuey (2.34 kg). The BW of the breeding was affected by sex ($P < 0.05$) and type of delivery. Males were heavier (2.86 ± 0.8 kg) than females (2.69 ± 0.7 kg), while the single lambs were heavier (3.37 ± 0.8 kg) than the multiple (2.45 ± 0.6 kg). For WW, we observed a statistically significant difference ($P < .0001$), more simple lamb weight (17.13 kg), and lowest in multiple (13.80 kg). Males were heavier (15.95 kg) than females (14.09 kg). The WW was obtained in genotype ¾ Dorper (16.95 kg), followed by ½ Dorper, Katahdin ½, and Saint Croix Pelibuey (16.31, 15.32, 14.49 and 13.96 kg), respectively. The effects of sex, type of delivery and genotype exerted influence on the PN, as the male lambs were heavier, single birth, and the genotypes of greater capacity than the Pelibuey meat. Were detected on WW effects of

sex, type of birth, season of birth and genotype, where the greatest weight was male single birth, born between January and February, especially in genotypes Dorper.

Keywords: Hair Sheep, genotype, birth weight, weaning weight.

Introducción

Recientemente en nuestro país, alrededor de un 95% de la producción de ovinos tiene como finalidad satisfacer el mercado de la barbacoa, desarrollándose un 23% de ese porcentaje en la zona Norte de México. Sin embargo, a pesar de la creciente demanda de este sector comercial, carecemos de producción de carne, que satisfaga el mercado actual, debido al desconocimiento del manejo integral de los hatos y su interacción con los factores ambientales, que directamente afectan la disponibilidad de forraje, que conlleva a pérdidas económicas, que afectan la productividad y rentabilidad de la ovinocultura. Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo determinar el efecto de la época de nacimiento sobre la ganancia de peso al destete en ovinos de pelo en el Norte de Tamaulipas, México, coadyuvando así, a mejorar la productividad de los rebaños presentes, mediante la generación de tecnologías que permitan determinar las mejores épocas para realizar los empadres controlados y obtener pariciones en donde los corderos dispongan de una buena calidad forrajera, permitiendo así a los productores adquirir los conocimientos necesarios para llevar a cabo un manejo integral de sus hatos y agostaderos.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el INIFAP-Campo Experimental Río Bravo, ubicado en el km 61 de la carretera Matamoros Reynosa (25° 57' 54'' LN y 98° 01' 03'' LO). Se utilizaron registros del 2003 y 2004 de un rebaño de ovinos de pelo, constituido por genotipos ½ Katahdin (82), ½ Dorper (18), Pelibuey (113), Saint Croix (74) y ¾ Dorper (46), los cuales fueron empadrados por sementales de la raza Katahdin, Dorper, Saint Croix y Pelibuey. Los empadres fueron realizados mediante monta controlada, y efectuados en diferentes meses del año (Enero, Febrero, Agosto, Septiembre, Noviembre, Diciembre 2003 y Abril y Mayo 2004), con una duración de 35 días, utilizando un semental para cada 30 hembras. Antes de iniciarse los empadres, el rebaño fue vacunado, desparasitado y vitaminado con Bovact 8, Ivermectina y Albendazol y Polivit.

La alimentación de las borregas gestantes se basó en el pastoreo en una pradera de zacate Buffel y Bermuda bajo riego. Se utilizó un sistema de pastoreo rotacional con cerco energizado. Además, cada borrega recibió 100 g de suplemento alimenticio con 14% de proteína cruda (PC). Al nacimiento de los corderos, se les amamanto para asegurarse que recibieran el calostro de la madre, los cuales posteriormente se alojaron en corrales de lactación por un periodo de 3 a 4 días, donde recibieron alimento a libre acceso, posteriormente las borregas se manejaron en un lote de lactación, donde a su vez pastorearon y recibieron 500 g de alimento balanceado (14% de PC y 2.4 Mcal EM).

Durante la parición se identificaron los corderos, registrándose el peso al nacimiento, sexo y tipo de parto (simple o múltiple). Después del nacimiento, a las crías se les desinfecto el cordón umbilical, e identificaron con collar y numeración progresivo. El destete se realizó a los 70 días, registrando el peso con una báscula digital con capacidad de 50 kg. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando el procedimiento GLM (SAS, 2004) para el diseño

completamente al azar, con arreglo factorial 5 x 2 x 2, siendo el primer factor los genotipos de los corderos (½ Katahdin, ½ Dorper, Pelibuey, Saint Croix y ¾ Dorper); el segundo factor el sexo y el tercer factor el tipo de parto.

Resultados y Discusión

Para esta variable se encontró efecto entre los genotipos evaluados ($P < 0.05$), y se observó (Cuadro 1) que el genotipo ½ Katahdin presento el mayor peso al nacimiento (3.11 kg) mientras que en Pelibuey éste fue inferior al resto de los genotipos evaluados (2.34 kg). Este comportamiento puede atribuirse a que el genotipo Saint Croix es más especializado en la producción de carne y presentan una talla y peso mayor que el Pelibuey. Estos resultados, son superiores a los reportados por Combellas (1980), para las diferentes razas de ovinos de pelo, quien refiere que el peso al nacimiento es influenciado por factores genéticos, fisiológicos y del medio ambiente.

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos del Peso al nacimiento (kg) en corderos, según el tipo de parto, sexo de la cría, época de nacimiento y genotipo de la cría.

		Número de corderos	Media	Desviación estándar
Tipo de parto	Sencillo	119	3.37 a	±0.81
	Múltiple	214	2.45 b	±0.61
Sexo de la cría	Hembras	162	2.69 b	±0.78
	Machos	171	2.86 a	±0.85
Época de nacimiento	Enero 2003	4	2.45 a	±0.82
	Febrero 2003	64	2.83 a	±0.64
	Agosto 2003	54	2.77 a	±0.92
	Septiembre 2003	4	2.57 a	±0.63
	Noviembre 2003	17	2.93 a	±0.59
	Diciembre 2003	100	2.64 a	±0.79
	Abril 2004	11	2.44 a	±0.82
	Mayo 2004	79	2.96 a	±0.94
Genotipo de la cría	½ Katahdin	82	3.11 a	±0.93
	½ Dorper	18	3.09 a	±0.65
	Saint Croix	74	2.97 a	±0.69
	¾ Dorper	46	2.83 a	±0.86
	Pelibuey	113	2.34 b	±0.63

Para cada columna, valores con distinta literal son estadísticamente diferentes a ($P < .05$).

Para el análisis del peso al nacimiento, se observo que el tipo de parto mostró una diferencia estadística significativa ($P < .0001$), donde los corderos nacidos de partos sencillos fueron más pesados (3.37 ± 0.81 kg) en comparación a los corderos nacidos de parto múltiple, los cuales alcanzaron un peso promedio al nacimiento de 2.45 ± 0.61 kg. Con respecto al peso de la camada, autores como Robinson *et al.* (1999), indican que un buen manejo nutricional de la hembra durante las últimas seis semanas de la gestación se va a reflejar en un adecuado crecimiento fetal, que en esta etapa alcanza un 70% del total y en consecuencia en el peso al nacimiento de los productos. El tipo de nacimiento (sencillos o múltiples) por lo general, es el factor que más

influye en las variaciones del peso al nacimiento de los corderos; dado que su crecimiento depende de su nutrición dentro del útero; un mayor número de fetos limita la cantidad disponible de nutrientes para cada feto, reduciendo así su peso al nacimiento (Johanson y Rendel, 1972). Por otra parte, corderos nacidos y desarrollados como sencillos fueron 25 % más pesados al nacer que los nacidos y desarrollados como dobles (Manyuchi *et al.*, 1991). Mientras que corderos Columbia nacidos de parto sencillo fueron de un 18% a 20% más pesados que los partos gemelares (De Lucas *et al.*, 2003). Se ha considerado al tipo de nacimiento como el factor ambiental más importante en cuanto al crecimiento posterior (De Baca *et al.*, 1956).

Para el sexo de la cría, de igual manera la diferencia estadística fue significativa ($P < .0001$), con mayores pesos en los corderos machos (2.86 kg) y menores en las hembras (2.69 kg). En cuanto a la influencia del sexo de la cría sobre el peso al nacimiento, en términos generales se estima que en los corderos machos éste es de un 5 a un 12% superior que el de las hembras (Rhind *et al.*, 1980) tal y como sucedió en el presente estudio. Para el mes de nacimiento no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), con promedios generales de 2.45, 2.83, 2.77, 2.57, 2.93 y 2.64, para los meses de Enero, Febrero, Agosto, Septiembre, Noviembre, Diciembre del 2003; y 2.44 y 2.96 kg en Abril y Mayo del 2004.

Para PD, se observó una diferencia estadística significativa ($P < .0001$), ya que los corderos provenientes de parto sencillo fueron más pesados (17.13 kg), que los corderos provenientes de un parto múltiple (13.80 kg). De igual manera se presentó esta diferencia en el sexo de la cría, teniendo a los machos como los más pesados (15.95 kg) a diferencia de las hembras (14.09 kg). Al igual que el peso al nacimiento, el peso al destete y la tasa de crecimiento predestete mostrado por los corderos en el presente estudio es similar al descrito por diversos autores, siendo estos parámetros superiores en los machos con respecto a las hembras (Carrillo *et al.*, 1987; Ramírez *et al.*, 1995; Guerra y Ramírez, 1997; Macedo y Arredondo, 2008) y en los corderos de parto sencillo con respecto a los de parto múltiple (Albuene y Perón, 1993; Carrillo *et al.*, 1993; Ramírez *et al.*, 1995; Guerra y Ramírez, 1997).

En el mes de nacimiento también se presentó una diferencia estadística significativa ($P < .0201$), mostrándose que en los meses de Enero (16.96 kg) y Febrero (16.37 kg) se obtuvieron los corderos más pesados, a diferencia del resto de los meses de Agosto, Septiembre, Noviembre, Diciembre, Abril y Mayo (15.20, 15.37, 15.48, 14.53, 12.60 y 14.41 kg), respectivamente.

Por otra parte, analizando el genotipo de la cría, la diferencia estadística ($P < .0001$) es igualmente significativa; observándose que la raza $\frac{3}{4}$ Dorper registró el mayor peso al destete (16.95 kg), seguida de la $\frac{1}{2}$ Dorper, $\frac{1}{2}$ Katahdin, Pelibuey y Saint Croix (16.31, 15.32, 14.49 y 13.96 kg/ha, respectivamente).

Conclusiones

Los efectos de sexo, tipo de parto y genotipo ejercieron influencia sobre el peso al nacimiento, ya que los corderos machos fueron más pesados, de parto simple, y en los genotipos de mayor capacidad cárnica que el Pelibuey. Sobre el peso al destete se detectaron efectos del sexo, tipo de parto, época de nacimiento y genotipo, en donde se encontró mayor peso en los machos de parto simple, nacidos entre enero y febrero, especialmente en los genotipos Dorper.

Cuadro 3. Medias de cuadrados mínimos del Peso al destete (kg) en corderos, según el tipo de parto, sexo de la cría, época de nacimiento y genotipo de la cría.

		Número de corderos	Media	Desviación estándar
Tipo de parto	Sencillo	103	17.13 a	±3.30
	Múltiple	176	13.80 b	±2.88
Sexo de la cría	Hembras	138	14.09 b	±3.12
	Machos	141	15.95 a	±3.50
Época de nacimiento	Enero 2003	3	16.96 a	±1.85
	Febrero 2003	60	16.37 a	±2.53
	Agosto 2003	46	15.02 ab	±3.25
	Septiembre 2003	4	15.37 ab	±3.25
	Noviembre 2003	16	15.48 ab	±3.49
	Diciembre 2003	80	14.53 ab	±3.37
	Abril 2004	6	12.60 b	±6.19
	Mayo 2004	64	14.41 ab	±3.82
Genotipo de la cría	¾ Dorper	39	16.95 a	±3.02
	½ Dorper	18	16.31 ab	±3.00
	½ Katahdin	69	15.32 bc	±4.03
	Pelibuey	87	14.49 c	±3.24
	Saint Croix	66	13.96 c	±2.75

Para cada columna, valores con distinta literal son estadísticamente diferentes a ($P < .05$).

Literatura Citada

- Albuene, R. y N. Perón. 1996. Condición corporal y peso vivo de la oveja Pelibuey.1. Peso al nacer y tasa de crecimiento de los corderos. *Rev. Cub. Reprod. Anim.*, 22: 15-20.
- Carrillo, L., Velázquez, A., y Ornelas, T. 1987. Algunos factores ambientales que afectan el peso al nacer y al destete de corderos pelibuey. *Mocochá, Yuc, Méx. Téc. Pec. Méx.* 25 (3): 289-295.
- Carrillo, A.L. and J.C. Segura. 1993. Environmental and genetic effects on preweaning growth performance of hair sheep in Mexico. *Trop. Anim. Health. Prod.*, 23: 517-540.
- Combellas, J. 1980. Production and reproduction parameters of tropical sheep breeds in improved production systems. *Rev. Tropical Animal Production.* 5:3:266-272.
- De Lucas, T.J., Zarco, Q.L.A., González, P.E., Tórtora, P.J., Villa-Godoy, A. Vázquez, P.C. 2003. Crecimiento predestete de corderos en sistemas intensivos de pastoreo y manejo reproductivo en el Altiplano Central de México. *Vet. Mex.*, 34:235-245.
- DeBaca, R.C., Bogart, R., Calvin, L.D., Nelson, O.M. 1956. Factors affecting weaning weights of crossbred spring lambs. *J. Anim. Sci.* 15:667-678.
- Guerra, D. y A. Ramírez. 1997. Factores de ajuste para el peso a los 90 días en corderos Pelibuey. *Rev. Cub. Reprod. Anim.*, 23: 31-36.
- SAS Institute. 2004. *STAT/SAS User's Guide*, release 9.1 ed. SAS Institute, Cary, NC.
- Johansson, I., Rendel, J. 1972. *Genética y Mejora Animal*. Primera Edición. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
- Macedo, R. y Arredondo, V. 2008. Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos pelibuey en manejo intensivo. *Tecomán, Col, Méx. Arch. Zootec.* 57 (218): 219-228.
- Manyuchi, H.B., Tawonezv, P.R., CmWar, R.M. 1991. Breed and environmental influences on weaner lamb production in Zimbabwe. *Trop. Anim. Hlth Prod.* 23:115-125.
- Ramírez, B.A., D. Guerra, N. Gómez, B. Borjas y N. Garcés. 1995. Resultados del crecimiento hasta el año de edad de corderos puros y F1 de las razas Pelibuey y Suffolk. *Rev. Cub. Reprod. Anim.*, 21: 9-19.
- Rhind, S.M., J.J. Robinson and I. McDonald. 1980. Relationships among uterine and placental factors in prolific ewes and their relevance to variations in fetal weight. *Anim. Prod.*, 30: 115-124.

DIFERENTES TIEMPOS Y VIAS DE ADMINISTRACIÓN DE TOCOFEROL EN BORREGOS DORPER Y CHAROLAIS SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y COLOR DE LA CARNE

TOCOPHEROL AT DIFFERENT TIME AND WAY OF ADMINISTRATION ON PERFORMANCE AND MEAT COLOUR OF DORPER AND CHAROLAIS SHEEPS

Iván A. García-Galicia, Yazmín V. Rivera-Maldonado, Jesús A. García-Zavala, Ramiro Alderete-Muñoz, Alma D. Alarcón-Rojo.

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología.igarciag@uach.mx

Resumen

Se evaluó el efecto de la administración de tocoferol (acetato de alfa-tocoferil) por vía subcutánea (SC, 2250 UI/animal aplicada a los 28, 21, 14, y 7 d previos al sacrificio), y en la dieta (300 UI/animal/d), sobre parámetros productivos (Peso final, ganancia diaria de peso, Peso de canal fría y rendimientos en frío) y color del *Longissimus thoracis* (L^* , a^* , b^* y C^*) en borregos Dorper y Charolais. Se observó que la aplicación de tocoferol por cualquier vía, no afectó los parámetros productivos en ovinos jóvenes. Por otro lado, la administración subcutánea de tocoferol a los 21 d previos al sacrificio, mostró mayores valores de color rojo y saturación en la carne después de 7 días de vida de anaquel en empaque permeable a oxígeno. Además de obtener también las menores pérdidas de las mismas coordenadas crómicas. Administrar tocoferol vía subcutánea 21 d previos, puede mejorar el color rojo de la carne en anaquel.

Palabras clave: ovinos, tocoferol, color de carne, peso corporal

Abstract

Dietetic (300 IU/animal/d) or subcutaneous (2250 IU/animal at 28, 21, 14, or 7 d previous to slaughter) tocopherol administration on sheep (Dorper and Charolais crosses) was evaluated aiming to determine its effect on performance (Weight to slaughter, daily weight gain, carcass weight and carcass yield) and *Longissimus thoracis* colour. Administration of tocopherol on anyway, showed no effect on performance of young sheep. On the other hand, subcutaneous administration of tocopherol 21 d prior slaughter in sheep, showed higher values for redness and saturation on their meat, after it was 7 d on retail display with oxygen permeable packaging. Further, it also showed the lowest loss of redness and saturation. Hence, to administer subcutaneous tocopherol 21 d before slaughter may help to improve colour shelf life on lamb.

Key words: sheep, tocopherol, meat colour, body weight

Introducción

Resulta necesario buscar alternativas para comercializar la carne basándose en parámetros de calidad. Una alternativa es otorgar un valor agregado dependiendo de su calidad. Considerando que el color es una de las características más importante para los consumidores, es necesario ofrecer carne con un color más agradable a la percepción del consumidor. Resulta necesario determinar y cuantificar los beneficios de la administración de antioxidantes como la vitamina E (α -tocoferol), con la finalidad de conservar naturalmente el color de la carne. La aplicación de la vitamina E en la dieta, o de forma inyectada, es una técnica que puede ser fácilmente implementada. Los beneficios de la primera sobre las características de la canal y la calidad de la

carne ha sido ampliamente evaluada, mencionándose incluso que un beneficio positivo en costo de producción a través de la reducción de pérdida de color en res (Liu et al. 1995). La segunda vía de administración, no ha sido ampliamente estudiada en términos del tiempo óptimo antes del sacrificio del animal, para alcanzar las mayores concentraciones en músculo y aprovechar su efecto antioxidante. De igual manera, no existe abundante información de su administración en ovinos. En investigaciones realizadas en nuestra institución, se observó una ligera ventaja del uso de vitamina E intramuscular sobre parámetros de calidad de la carne de res (García-Galicia 2003). Se hipotetiza que las ventajas pudieran ser mayores si se sacrifica a los animales cuando presenten los picos más altos de concentración de la vitamina en el músculo, lo cual se desconoce.

El presente estudio tiene como objetivo, la evaluación del efecto de la suplementación dietética diaria o subcutánea de tocoferol (2250 UI/animal), a los 7, 14, 21 y 28 días antes del sacrificio, sobre parámetros productivos y la vida de anaquel de color de carne en borregos en confinamiento. Con los resultados del presente estudio, se podría ofrecer al menos una alternativa para la aplicación subcutánea de vitamina E para borregos en engorda, con la finalidad de prolongar la vida de anaquel de la carne, mediante el uso de un antioxidante inocuo.

Materiales y Métodos

Descripción del área de estudio, población y distribución de tratamientos

El presente estudio fue desarrollado en la Unidad Ovino-caprina de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua en Chihuahua. El sacrificio de los animales y el análisis del color de la carne del *longissimus thoracis* fueron realizados en la planta de sacrificio y el laboratorio de microbiología pertenecientes a la misma facultad.

Se utilizaron 48 borregos de cruza Dorper x pelibuey y Charolais x pelibuey, con un peso vivo promedio inicial aproximado de 15 a 19 kg, los cuales fueron ordenados por peso y distribuidos al azar en 6 grupos experimentales (8 animales por grupo experimental). Los grupos fueron asignados de forma aleatoria a los siguientes tratamientos: Control, ocho animales sin administración de tocoferol; Dieta, ocho animales con administración oral de 300 UI tocoferol/animal/día; 28días, ocho animales con tocoferol vía subcutánea a los 28 d previos al sacrificio; 21días, ocho animales con tocoferol vía subcutánea a los 21 d previos al sacrificio; 14días, ocho animales con tocoferol vía subcutánea a los 14 d previos al sacrificio; finalmente, 7días, ocho animales con tocoferol vía subcutánea a los 7 d previos al sacrificio.

Manejo de los animales, alimentación y administración de tocoferol

Los animales fueron identificados individualmente con un arete. También fueron pesados para su distribución en corraletas individuales al inicio del experimento y posteriormente cada 14 días para determinación de ganancias de peso (GDP). Los animales recibieron un periodo de adaptación tanto al manejo como a la alimentación de un mes. Fueron alimentados con una dieta balanceada a base de: maíz quebrado, pasta de soya, harinolina, melaza, granos secos de destilería, calcio y bhypos. Con una proporción de 80 % concentrado y el 20 % de forraje acicalado (13.5% de proteína cruda, 2.7 Mcal. EM/kg, 0.51% de calcio y 0.25% de fosforo en base MS) (NRC 2000). Estimando diariamente el consumo individual.

La desparasitación de los corderos se llevó a cabo al inicio del experimento con ivermectinas a dosis de 0.2mg/kg de peso vivo.

La administración de vitamina E en la dieta, se llevó a cabo mediante la preparación de una premezcla con 300 UI de tocoferol en 5 gr de maíz quebrado. La cual fue posteriormente incorporada cada día directamente sobre la ración en el comedero individual.

La aplicación SC de vitamina E, se realizó inyectando en el área inguinal, 2250 UI de acetato de tocoferil/animal (Lapisa ®). De acuerdo a los diferentes tratamientos, la aplicación se llevó a cabo a los 7, 14, 21 y 28 días antes del sacrificio de los animales.

Parámetros productivos, de la canal y determinación de color

Los pesos, ganancias diarias y peso final de los animales fueron calculados a partir de los pesajes que se realizaron cada 14 días. Después de 28 días de prueba, los animales fueron sacrificados, las canales fueron pesadas y con ello se estimaron los rendimientos de canal.

A las 24 horas *postmortem*, los lomos derechos de cada animal fueron diseccionados y empacados al vacío para ser madurados durante dos semanas almacenándolos a 1°C. Al término de este periodo, se extrajeron dos filetes transversales (2 cm de grosor) de cada músculo para análisis del color. Estos cortes fueron empacados en charolas de polietileno cubiertas con una película permeable al oxígeno de cloruro de polivinilo (PVC; 1000-1050 mL O₂/645 cm²/24 h) y mantenidos en simulación de anaquel durante 7 d. El color fue medido diariamente duplicado en la superficie de cada corte, mediante el uso de un espectrofotómetro Minolta, modelo CM-2002, el cual fue calibrado de acuerdo a las especificaciones del fabricante, utilizando la técnica de coordenadas tricromáticas (L*, a*, b* y C*) descrita por (Lizaso et al. 2011).

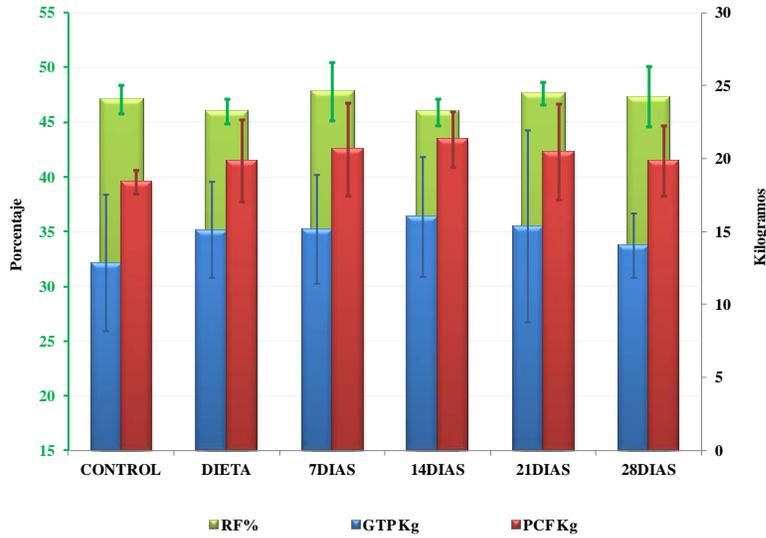
Análisis estadístico de la información

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial raza x tratamiento. Los datos fueron analizados utilizando el procedimiento PROC GLM de SAS.

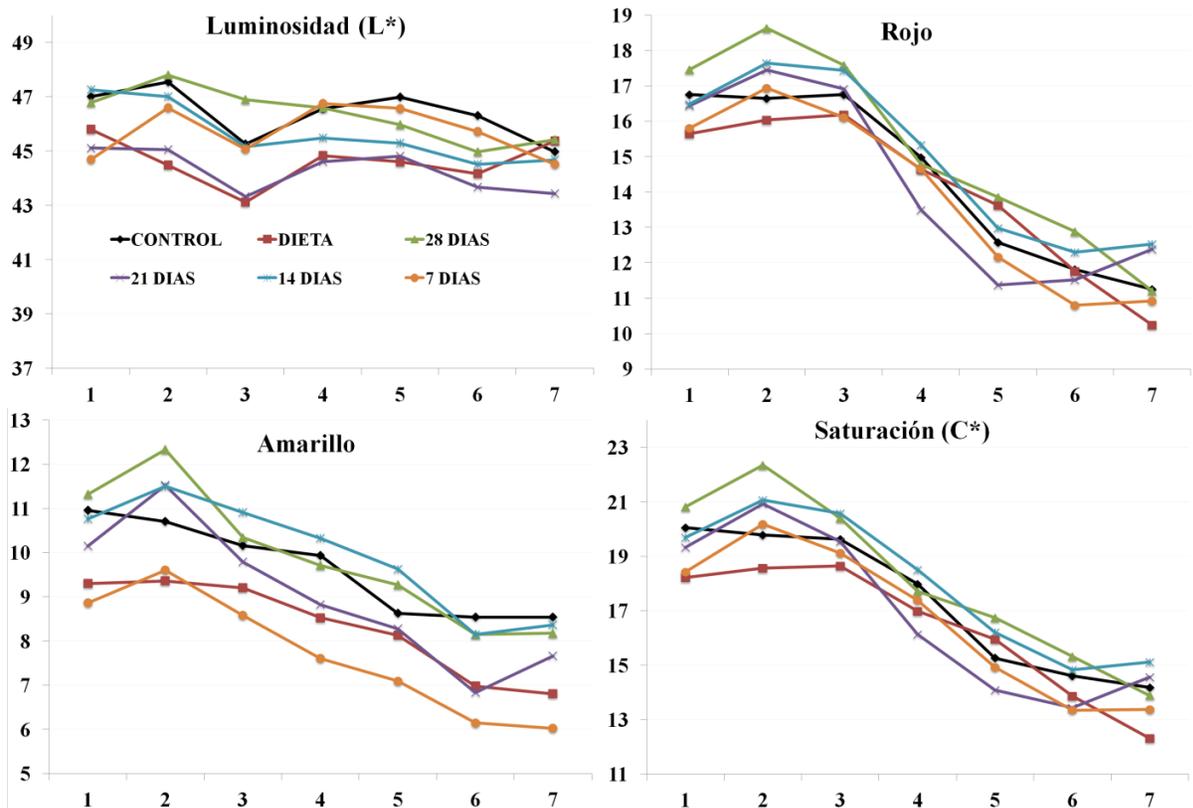
Resultados y Discusión

Parámetros productivos

La aplicación de tocoferol por vía oral o subcutánea, no mostró tener efecto ($P > 0.05$) sobre los parámetros productivos como Ganancia total de peso (GTP), Ganancia Diaria de Peso Total (GDPT), Peso de la Canal Fría (PCF) o Rendimiento de la Canal Fría (RF). Los resultados del presente estudio se presentan en la Gráfica 1. La falta de efecto ha sido reportado por otros autores en BOVINOS (Burken et al. 2012) y OVINOS (Maiorano et al. 2007). Sin embargo, también existen reportes de que la administración de tocoferol por ser un antioxidante, indirectamente beneficia a los parámetros productivos al mantener un equilibrio oxidativo en los procesos metabólicos del organismo y preservar así un estado más saludable (Liu et al. 1995).

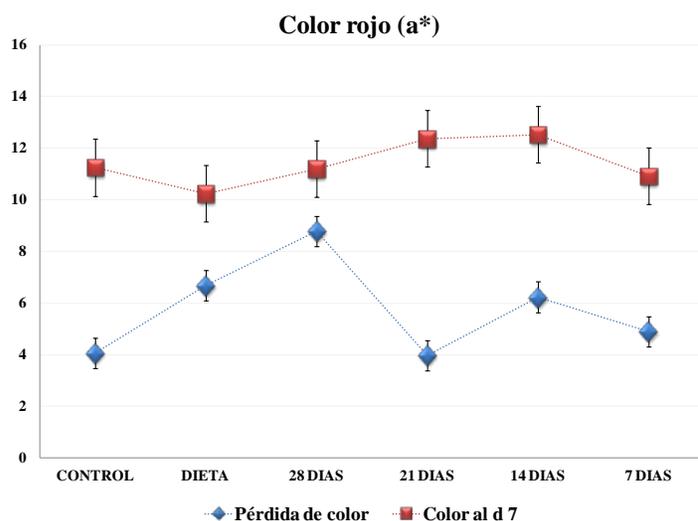


Gráfica 1. Parámetros productivos en borregos con la administración de tocoferol por vía dietética o subcutánea, a los 28, 21, 14 ó 7 d antes del sacrificio. RF=Rendimiento de la canal en frío. GTP=Ganancia total de peso. PCF=Peso de la canal fría.



Gráfica 2. Coordenadas crómicas de carne de ovino con administración de tocoferol (dieta diaria o subcutánea a los 28, 21, 14 o 7 d previos al sacrificio), durante la exposición simulada de anaquel en empaque permeable a oxígeno.

Color



Gráfica 3. Comportamiento de color rojo en carne de ovino con administración de tocoferol (dieta diaria o subcutánea a los 28, 21, 14 o 7 d previos al sacrificio) después de 7 días de simulación en anaquel.

El color en la carne depende mayoritariamente del estado químico de la mioglobina, pigmento natural en ella. La oxidación de esta a metamioglobina, resulta en un deterioro del color rojo deseable a un color marrón (Lawrie 2006).

El tocoferol ha demostrado actuar como antioxidante retardando este proceso en carne de res (Lynch et al. 1999). El color en carne, en términos de saturación y tendencia al rojo, a través del tiempo, regularmente es deteriorado cuando se expone a la presencia de oxígeno. En el presente estudio, cada día de exposición en anaquel redujo la tendencia al amarillo, rojo y saturación (Ver Gráfica 2). En este estudio, la aplicación de tocoferol no mostró efecto ($P > 0.05$) sobre la luminosidad (L^*) y la coordenada colorimétrica con tendencia al color amarillo (b^*). La tendencia al rojo (a^*) y saturación (C^*), mostraron ser diferentes entre tratamientos. El deterioro total de a^* durante los 7 días de exposición simulada de anaquel fue mayor ($P < 0.05$) en los animales con suplementación de tocoferol en la dieta, y aplicación Sc a los 28 y 14 días. Al día 7 de exposición al anaquel, la carne de animales con administración de tocoferol a los 21 d previos al sacrificio mostró ambos, el color rojo mayor y la pérdida de color menor (Ver Gráfica 3). En el caso de C^* , se observó la misma tendencia que en el color rojo.

Conclusiones

La administración de tocoferol no afectó los parámetros productivos y de la canal en el presente estudio. Sin embargo existen evidencias que aquellos animales que recibieron una dosis de 2250 UI de tocoferol a los 21 días previos al sacrificio, mostraron ventajas de color rojo y saturación después de 7 días de exposición al oxígeno en anaquel.

Literatura Citada

Burken, D. B., R. B. Hicks, D. L. VanOverbeke, G. G. Hilton, J. L. Wahrmund, B. P. Holland, C. R. Krehbiel, P. K. Camfield, and C. J. Richards. 2012. Vitamin E supplementation in beef finishing diets containing 35%

- wet distillers grains with solubles: Feedlot performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science* 90:1349-1355.
- García-Galicia, I. A. 2003. Efecto de la vitamina E y su vía de administración sobre parámetros productivos y el color de la carne en bovinos productores de carne. Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua. 101 p.
- Lawrie, R. A. 2006. Lawrie's meat science. Cornwall, U.K.: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Liu, Q., M. C. Lanari, and D. M. Schaefer. 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *Journal of Animal Science* 73:3131-3140.
- Lizaso, G., M. J. Beriain, A. Horcada, J. Chasco, and A. Purroy. 2011. Effect of intended purpose (dairy/beef production) on beef quality. *Canadian Journal of Animal Science* 91:97-102.
- Lynch, M. P., J. P. Kerry, D. J. Buckley, C. Faustman, and P. A. Morrissey. 1999. Effect of dietary vitamin E supplementation on the colour and lipid stability of fresh, frozen and vacuum-packaged beef. *Meat Science* 52:95-99.
- Maiorano, G., C. Cavone, R. J. McCormick, A. Ciarlariello, M. Gambacorta, and A. Manchisi. 2007. The effect of dietary energy and vitamin E administration on performance and intramuscular collagen properties of lambs. *Meat Science* 76:182-188.
- NRC. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Washington: National Academy Press.

EFFECTO DEL CAROTENO SOBRE LA MOTILIDAD DE SEMEN OVINO FRESCO DILUIDO Y REFRIGERADO A 5°C.

EFFECT OF CAROTENE ON THE MOTILITY OF SHEEP FRESH SEMEN DILUTED AND COOLED AT 5 ° C

Jesús García¹, Mayela P. Gallegos¹, Pedro Rodríguez¹, Carmen E. Pinzón¹, José A. Toca¹.

¹*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UJED. Carretera al Mezquital Km 11.5, Durango, Durango, México. Correo: jesus144mx@hotmail.com*

Resumen

Para evaluar el efecto del caroteno sobre la motilidad espermática en semen fresco diluido, se utilizaron dos sementales ovinos de las razas Suffolk y Kathadin. Los diluyentes utilizados fueron Citrato-Yema-Caroteno (CYC), Citrato-Yema (CY), Tris-Yema-Caroteno (TYC), Tris-Yema (TY), Triladyl-Yema-Caroteno (TrYC) y Tril-Yema (Trl) Las muestras seminales se obtuvieron con vagina artificial dos veces por semana, se diluyeron y se bajo gradualmente la temperatura a 5°C; posteriormente fueron analizadas 6, 24 y 48 h postdilución a temperatura de refrigeración. Los datos obtenidos se analizaron mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 6 x 3. Las muestras seminales se evaluaron inmediatamente después de la obtención y solo se diluyeron las que presentaron ≥ 70 % de motilidad masal. Finalmente, las diluciones quedaron a una concentración de 30×10^6 espermatozoides/ml. La motilidad a las 6 h fue = 90%, en la raza Suffolk con TYC y TY y Katahdin con TrY. La raza Suffolk tuvo una motilidad masal ≥ 70 % a las 24 h con CYC, CY, TrY y a las 48 h con TYC y CYC. Mientras que para la raza Katahdin en este mismo periodo la motilidad fue $> 70\%$ con todos los diluyentes. Sin embargo a las 48 h ninguna de Las muestras diluidas obtuvo $\geq 70\%$ de motilidad. Por baja motilidad masal se descarta el uso de TrYC en la raza Suffolk en los tres periodos de tiempo. Se observo efecto de la raza y el diluyente sobre la motilidad masal en semen fresco diluido y refrigerado.

Palabras clave: antioxidante, motilidad, peroxidación lipídica, diluyente.

Introducción

La ovinocultura en el mundo, destaca por la producción de carne y lana cuya creciente demanda ha obligado a los productores a implementar prácticas para incrementar la productividad a través del mejoramiento de algunos rasgos genéticos deseables en un rebaño. La necesidad de utilizar carneros durante períodos prolongados o en diferentes momentos del año, ha creado la necesidad de investigar sobre almacenamiento de semen en condiciones artificiales (Salamon y Maxwell, 2006). Mediante el uso de determinados diluyentes con antioxidantes se puede reducir el daño ocasionado por el estrés oxidativo a los espermatozoides en la integridad de sus componentes estructurales y fisiológicos; cuyo efecto está directamente relacionado con la disminución de la sobrevivencia y capacidad fecundante después de ser eyaculados y por consecuencia prolongar el tiempo de

almacenamiento del semen a temperaturas de refrigeración (Córdova y cols., 2009). El uso de estas técnicas, busca eficientar el manejo reproductivo dentro de un programa de mejora genética. La obtención y dilución del semen para su utilización en fresco de un carnero genéticamente superior, permite acelerar el mejoramiento de las características productivas de los rebaños, al inseminar gran número de hembras con un eyaculado vs servicio natural. En un rebaño el semental influye significativamente en la fertilidad de las ovejas. Se ha reportado que independientemente de la calidad del semen, la fertilidad entre eyaculados varía, lo cual se ha observado en ovejas que se han inseminado cervical o con laparoscopia con semen fresco o congelado (Anel *et al.*, 2005; Paulenz *et al.*, 2002; Paulenz *et al.*, 2005, 2007). Al respecto, Salamon y Maxwell, (1995) atribuyen estas diferencias a la genética y al medio ambiente y que cada eyaculado es diferente por la nutrición, manejo del macho y frecuencia de la obtención del semen. Sin embargo, las causas de estas diferencias aun no están claras en las especies domésticas (Ostermeie *et al.*, 2001). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de tres diluyentes seminales adicionados con caroteno, y tres diluyentes sin caroteno sobre la motilidad del semen ovino en diferentes tiempos a temperatura de refrigeración

Materiales y Métodos

Las muestras seminales se obtuvieron mediante vagina artificial dos veces por semana. Se utilizaron dos sementales de las razas Suffolk y Kathadin de registro con 1.8 años de edad y una condición corporal de 3 (1 al 5 Gómez y Migliorisi, 2005). Se colectaron dos muestras seminales por raza cada vez, las cuales se pusieron inmediatamente en baño María a 38 °C; inmediatamente después se evaluó la motilidad masal e individual con el objetivo 10X y 40X, para lo cual se colocó una gota de semen sobre un porta objetos atemperado (Gómez y Migliorisi, 2005), mientras que la concentración de espermatozoides se determinó utilizando un hematocitómetro (pipeta, células rojas) a una dilución de 1:400 (Rodríguez, 2004). Para la dilución de los eyaculados de cada raza, se consideró una motilidad $\geq 70\%$ y una concentración superior a 25×10^8 . Luego cada muestra se fraccionó en seis partes, las que se diluyeron de la siguiente manera: fracción 1, citrato-yema-caroteno (CYC), fracción 2, tris-yema-caroteno (TYC), fracción 3, Triladyl-yema-caroteno (TrYC), fracción 4, citrato-yema (CY), fracción 5, tris-yema (TY) y fracción 6, Triladyl-yema (TrY) con una concentración espermática de 30×10^6 /dosis. Todas las diluciones se manejaron a 38 °C y gradualmente se bajaron a 5 °C, temperatura a la cual se mantuvieron las muestras diluidas durante todo el periodo de evaluación. La motilidad masal se evaluó a las 6, 24 y 48 horas postdilución, con el objetivo 10X y 40X. Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3 x 3. La diferencia entre medias se estableció con una prueba de Tukey (SAS ver. 9).

Resultados y Discusión

La motilidad espermática en el caso de la raza Suffolk fue mejor con el TYC, TY, CYC y CY en las primeras 6 h. postdilución. Mientras que a las 24 y 48 horas solo con CYC y TYC se observó una motilidad $> 70\%$ en tanto que los demás no superaron el 60% de

motilidad después de las 6 h; en tanto que para la raza Katahdin todos los diluyentes mostraron una motilidad >70% en las primeras 6 h. mientras que a las 24 h. solo el TYC obtuvo una motilidad inferior al 70% (Cuadro 1); en esta misma raza a las 48 h. ningún diluyente supero el 70%.

Cuadro 1. Motilidad espermática por raza, diluyente y tiempo postdilución

Raza	Diluyentes	Motilidad	Motilidad	Motilidad
		6 h (%) Media ± DS	24 h (%) Media ± DS	48 h (%) Media ± DS
Suffolk	CYC	86±1.7 ^a	80± 5 ^{ab}	77.6 ±2.5 ^{abc}
	TYC	90 ± 2 ^a	87.3± 2.5 ^a	85.6±1.1 ^a
	TrYC	57± 6.8 ^{gfde}	41.6± 2.8 ^{gh}	41.6± 2.8 ^{gh}
	CY	85±5 ^{ab}	46.6± 5.7 ^{gfh}	11.6±2.8 ^j
	TY	90± 0 ^a	60±5 ^{dgfec}	18.3±2.8 ^{ij}
	TrY	78.3± 5.7 ^{abc}	31.6±2.8 ^{3hi}	4.0±1 ^j
Katahdin	CYC	78.0±10.4 ^{abc}	71.6± 7.6 ^{abcd}	61.3±13.3 ^{2cdef}
	TYC	82.3±13.2 ^{ab}	51.6±12.5 ^{fge}	16.6±2.8 ^{ij}
	TrYC	81.6± 5.7 ^{ab}	71.6±7.6 ^{abcd}	66.6±7.6 ^{bcde}
	CY	88.3±2.8 ^a	86.6±2.8 ^a	45±5 ^{gfh}
	TY	89.3±1.1 ^a	81±3.6 ^{ab}	45±5 ^{gfh}
	TrY	90±2 ^a	83.3±2.8 ^{ab}	58±2.8 ^{gfde}

*literales diferentes en columnas y filas significan diferencia estadística (P<0.01) CYC = Citrato-Yema-Caroteno, TYC = Tris-Yema-Caroteno, TrYC = Tris-Yema-Caroteno, CY= Citrato-yema, TY= Tris-yema, TrL= Triladil-Yema

En cuanto a la conservación de las muestras, se encontró diferencia entre razas para la motilidad (P<0.01) por diluyente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Motilidad espermática promedio por raza y diluyente

Raza	CYC (%) Media ± DS	TYC (%) Media ± DS	TrYC (%) Media ± DS	CY (%) Media ± DS	TY (%) Media ± DS	TrY (%) Media ± DS
Suffolk	83 ± 4.7 _{ab}	87 ± 2.5 _a	47 ± 8.9 _c	47±32 _c	56±31 _e	38±32 _f
Kathadin	70 ± 11 _{bd}	50 ± 29 _c	73 ± 9 _d	73±21 _d	71±20 _d	77±14 _d

*literales diferentes en columnas y filas significan diferencia estadística (P<0.01) CYC = Citrato-Yema-Caroteno, TYC = Tris-Yema-Caroteno, TrYC = Tris-Yema-Caroteno, CY= Citrato-yema, TY= Tris-yema, TrL= Triladil-Yema

La creciente demanda de productos de origen animal por parte de la población, obliga al uso de tecnologías de punta para eficientar los procesos productivos en los animales domésticos. La necesidad de utilizar carneros durante períodos prolongados o en diferentes momentos del año, ha creado la necesidad de investigar sobre almacenamiento de semen en condiciones artificiales (Salamon y Maxwell, 2006). Una opción para disminuir costos de producción y al mismo tiempo acelerar el mejoramiento genético de los rebaños es el uso de semen de machos de alta calidad genética durante todo el año y sin tener a los sementales precisamente dentro de los rebaños, lo cual puede ser posible con la obtención, dilución y conservación del semen. La motilidad espermática se redujo rápidamente cuando el semen fue almacenado por más de 24 h, lo que coincide con Maxwell y Salamon, (1993) quienes encontraron que el semen fresco diluido pierde motilidad a un ritmo del 10 - 35 % por día de almacenamiento. El semen conservado durante 24, 48 y 72 h, disminuyó su fertilidad en un 45 – 50, 25 – 30 y 15 - 20 %, respectivamente como lo marcan Anel *et al.*, (2005); Paulenz *et al.*, (2002); Paulenz *et al.*, (2005), (2007). Los principales cambios que se produjeron durante el almacenamiento fueron la reducción de la motilidad y la integridad morfológica de los espermatozoides; cambios que pueden atribuirse a las toxinas producto del metabolismo y de la peroxidación lipídica de las membranas de los espermatozoides. En este caso se encontró que la motilidad espermática estuvo influenciada por la raza, diluyente y tiempo de almacenamiento como lo indican Salamon y Maxwell, (1995); Ostermeie *et al.*, (2001). En cuanto al tiempo de almacenamiento se encontró diferencia entre razas para la motilidad (P<0.01). En contraste con el efecto diluyente y periodo se observa un valor de (P> 0.05) que muestra que no hay significancia pero en la contrastación de los tres efectos muestra que son altamente significativos (P<0.01). Las diferencias encontradas entre razas son similares a las encontradas por Vela y cols., (2011). En general, los diluyentes con caroteno CYC y TYC tuvieron un mejor desempeño en las muestras seminales de la raza Suffolk, mientras que para la raza Kathadin todos los diluyentes mostraron un desempeño óptimo hasta las 24 h. postdilución excepto TYC que solo durante las primeras 6 h tuvo una motilidad aceptable.

Literatura Citada

- Anel L., Kaabi M., Abroug B., Alvarez M., Anel E., Boixo J.C., de la Fuente L.F. and de Paz P. 2005. Factors influencing the success of vaginal and laparoscopic artificial insemination in Churra ewes: a field assay. *Theriogenology*. 63:1235-1247.
- Córdova Izquierdo A., Ruiz Lang C.G., Córdova Jiménez C. A., Córdova Jiménez M.S., Guerra Liera J.E., Rodríguez Denis B.E. y Arancibia Salinas K. 2009. Estrés Oxidativo y Antioxidantes en la Conservación Espermática. *Revista Complutense de Ciencias Veterinaria*. Pp 38.
- Gómez Ma. Verano, Migliorisi A. Lorena. 2005. Cátedra Reproducción Animal Facultad de Ciencias Veterinarias – UNLP. Pp. 21.
- Maxwell, W.M.C, Salamon, S.1993. Liquid storage of ram semen: a review. *Reprod. Fertile*. Pp. 5.
- Ostermeier G.C., Sargeant G.A., Yandell B.S., Evenson D.P. and Parrish, J.J. 2001. Relationship of bull fertility to sperm nuclear shape. *Journal of Androlog*. 22: 595-603.
- Paulenz H., Adnoy T., Fossen O.H., Soderquist L. and Berg K.A. 2002. Effect of deposition site and sperm number on the fertility of sheep inseminated with liquid semen. *Veterinary Record*. 150: 299-305
- Paulenz H., Adnoy T. and Soderquist L. 2007. Comparison of fertility results after vaginal insemination using different thawing procedures and packages for frozen ram semen. *Acta Veterinaria Scandinavic*. 49:44-49
- Paulenz H., Soderquist L., Adnoy T., Soltun K., Saether P.A., Fjellsoy K.R. and Berg K.A. 2005. Effect of cervical and vaginal insemination with liquid semen stored at room temperature on fertility of goats. *Animal Reproduction Science*. 86:109-117
- Rodríguez Contreras Pedro, 2004. Criterios fundamentales para la evaluación reproductiva del toro. F.M.V.Z. UJED. Pp 38
- Salamon S. and Maxwell W.M.C. 1995. Frozen storage of ram semen I. Processing, freezing, thawing and fertility after cervical insemination. *Animal Reproduction Science*. 37:185-249
- Salamon S., Maxwell W.M.C. 2006. Storage of ram semen. *Animal Reproduction Science*. University of Sydney.Sydney, Australia. pp 5-10.
- SAS. (1999). Statistical Analysis System. Ver. 9 Copyright (c) 1999-2001 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Vela L.J. Tamayo C.J. Navarrete S.L. Goodman S. Arrollo L.J. Magaña S.H. 2011. Clasificación en dos fases para evaluar la motilidad espermática en ovinos de pelo. Instituto Tecnológico de Conkal. XXXV Congreso Nacional de Buiatria. Pp. 7

INFLUENCIA DEL GRUPO GENETICO SOBRE LA GANANCIA DE PESO EN OVINOS DE PELO EN EL TROPICO SECO TAMAULIPECO

GENETIC GROUP INFLUENCE ON WEIGHT GAIN IN HAIR SHEEP AT TROPICAL DRY TAMAULIPAS

Rubén D. Garza*¹; Jaime Flores¹, Pedro Hernández² y Pedro Zárate³

¹Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, ²Sitio Experimental Zaragoza-INIFAP, ³Facultad de Ingeniería y Ciencias-UAT. garza.ruben@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo fue evaluar la influencia del grupo genético sobre la ganancia de peso en ovinos. El estudio se realizó en el Campo Experimental Río Bravo. Se utilizaron 49 corderos (17 Pelibuey, 10 Saint Croix, 8 Saint Croix x Katahdin, 9 $\frac{3}{4}$ Katahdin y 5 $\frac{3}{4}$ Dorper, con peso promedio de 29.6 kg). Las variables de respuesta fueron ganancia de peso (GDP) a los 15, 30, 45 y 60 días y ganancia total (GT). Los datos fueron evaluados utilizando el procedimiento ANOVA y comparación de medias con Tukey ($P < 0.05$). Se realizó análisis de covarianza (peso inicial) para corregir las medias de tratamientos. La mayor GDP a los 15 días fue observada en el grupo genético Saint Croix (80 g) y menor en Saint Croix x Katahdin. A los 30 días la mejor GDP fue obtenida en $\frac{3}{4}$ Dorper (160 g) y menor en Saint Croix x Katahdin (113.3 g). A los 45 días la mayor GDP se observó en Pelibuey (293.3 g) y menor en $\frac{3}{4}$ Katahdin (193.3 g). Asimismo, a los 60 días las mayores GDP se obtuvieron $\frac{3}{4}$ Katahdin y Pelibuey, con promedio de 40 g por grupo genético, los cuales superaron a Saint Croix x Katahdin (20 gr). La mayor GDT fue obtenida en $\frac{3}{4}$ Dorper (8.2 kg) y menor en Pelibuey (6.4 kg). Se concluye que $\frac{3}{4}$ Dorper presentó la mejor ganancia de peso total (28%), en comparación al grupo genético Pelibuey.

Palabras Clave: Ovinos de pelo, Grupo genético, alimentación, trópico.

Abstract

The objective was to evaluate the influence of genetic group on weight gain in sheep. The study was conducted at Rio Bravo Experimental Station. Were used 49 lambs (17 Pelibuey, 10 Saint Croix, Saint Croix x Katahdin 8, 9 $\frac{3}{4}$ and 5 $\frac{3}{4}$ Dorper Katahdin, with an average weight of 29.6 kg). The response variables were weight gain (WG) at 15, 30, 45 and 60 days and total gain (TWG). Data were evaluated using the ANOVA procedure and Tukey mean comparison ($P < 0.05$). We performed analysis of covariance (initial weight) to correct the treatment means. The WG greater at 15 days was observed in the genetic group Saint Croix (80 g) and the lowest in Saint Croix x Katahdin. At 30 days the best WG was obtained in $\frac{3}{4}$ Dorper (160 g) and lowest in Saint Croix x Katahdin (113.3 g). At 45 days the highest WG was observed in sheep (293.3 g) and lowest in $\frac{3}{4}$ Katahdin (193.3 g). Also, after 60 days the highest WG were obtained $\frac{3}{4}$ Katahdin and Pelibuey, averaging 40 g per genetic group, which outscored Saint Croix x Katahdin (20 g). Most TWG was obtained in Dorper $\frac{3}{4}$ (8.2 kg) and lowest in Pelibuey (6.4 kg). We conclude that Dorper $\frac{3}{4}$ was the best total weight gain (28%), compared to Pelibuey genetic group.

Key words: Hair sheep, genetic group, food and tropic.

Introducción

Hasta hace algunas décadas la ovinocultura en el trópico mexicano con razas de pelo era una actividad secundaria a la ganadería con rumiantes mayores. Con la aceptación de los mercados de las canales de ovinos de pelo, se ha presentado un desarrollo significativo en este sector. Sin embargo es una actividad que requiere de la aplicación de tecnologías para hacer mas eficiente la producción animal.

Hoy en día, los sistemas de producción de carne del país atraviesan por etapas críticas, y dentro de factores contribuyen a dichas crisis, se encuentra el manejo, medio ambiente y el componente genético del animal. La producción de carne ovina se incluye también en el escenario anterior, a pesar de que en la actualidad atraviesa por una etapa de bonanza; independiente del tipo carne, el país requiere aumentar la producción de carne nacional y reducir los costos, para de esta forma aspirar a reducir las importaciones. En la especie ovina, se puede aumentar la producción de carne de varias maneras, entre éstas se incluyen, mejorar la eficiencia terminal y productividad y la del producto, mejorar el manejo de todo el sistema de producción e intensificar los mismos, además de algunas otras.

Específicamente, se puede aumentar la producción mediante cambios y/o introducción de germoplasma para contar con un mayor potencial productivo al que se utiliza en la explotación (Bunge *et al.*, 1993; Ferrer y Cuellar, 2001; Schoeman y Burger, 1992; Shrestha *et al.*) primeramente se deberá de establecer un sistema de producción que permita producir a niveles máximos con manejo óptimo, tanto en forma individual (por oveja), como del rebaño, una vez que se logre producir al máximo, con el mejor sistema de manejo, será cuando se introduzca germoplasma de mayor potencial productivo (González, 2002). Por lo anterior, el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la ganancia de peso por grupo genético de ovinos de pelo bajo condiciones de estabulación.

Materiales y Métodos

El trabajo experimental fue desarrollado en las instalaciones del modulo de ovinos del Campo Experimental Río Bravo dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el km 61 de la carretera Matamoros-Reynosa y localizado en las coordenadas geográficas 25° 57' LN y 98° 01' LO y 25 msnm (Silva *et al.*, 2007). Se utilizaron tres corrales, equipados con comederos y bebederos y 49 corderos de pelo cruzados con un promedio de peso de 29.6 ± 4.65 kg (17 Pelibuey, 10 Saint Croix, 8 Saint Croix x Katahdin, 9 $\frac{3}{4}$ Katahdin y 5 $\frac{3}{4}$ Dorper). Los animales se mantuvieron estabulados en corrales con piso de tierra, previo a su ingreso a los corrales los corderos fueron desparasitados internamente con Albendaphorte® 2.5% Co; pesados en una báscula electrónica (peso inicial) e identificados con collares numerados con la finalidad de facilitar su identificación en los pesajes posteriores que fueron realizados cada 15 días.

Se utilizó una dieta a libre acceso con un 14% de proteína a base de sorgo entero, forraje molido, harina de soya, melaza, sal en grano, además de vitaminas y minerales. El agua se proporciono a libre acceso mediante bebederos automáticos. Las variables de respuesta

fueron la ganancia de peso (GDP) a los 15, 30, 45 y 60 días y la ganancia total de corderos durante el estudio. Los datos obtenidos fueron evaluados mediante análisis de varianza para un diseño experimental completamente al azar y comparación de medias con la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Cabe señalar que se realizó un análisis de covarianza (peso inicial) para corregir las medias de tratamientos ajustándolas por la media de la covariable a través de un procedimiento de regresión mediante el paquete estadístico SAS (SAS, 1998)

Resultados y Discusión

La mayor ganancia de peso a los 15 días fue observada en el grupo genético Saint Croix (80 g) y menor en el grupo genético Saint Croix x Katahdin. A los 30 días la mejor ganancia de peso fue obtenida en el grupo genético $\frac{3}{4}$ Dorper (160 g) y menor en Saint Croix x Katahdin (113.3 g). A los 45 días la mayor ganancia (figura 1) se observó en el grupo genético Pelibuey (293.3 g) y menor en $\frac{3}{4}$ Katahdin (193.3 g). Asimismo, a los 60 días las mayores ganancias de peso se obtuvieron en los grupos genéticos $\frac{3}{4}$ Katahdin y Pelibuey con un valor promedio de 40 g para cada grupo genético, los cuales superaron en peso a los grupos Saint Croix x Katahdin (20 g).

Los resultados obtenidos en el presente estudio para la ganancia de peso, se encuentran dentro del rango reportados para corderos de raza puras, donde se reportan ganancias de 92 a 286 g para ovinos Pelibuey Canelo y de 67 a 252 g para ovinos de la raza Blackbelly, de 71 a 245 g para Pelibuey Blanco y de 157 a 229 en ovinos de la raza Saint Croix (González *et al.*, 2000). Resultados inferiores para corderos en pastoreo han sido reportados previamente (Bodisco *et al.*, 1973, González *et al.*, 2002 y Talavera *et al.*, 1974).

La ganancia de peso de los corderos es buena, otros estudios con corderos de razas de Pelo (Arciga *et al.*, 1991; González *et al.*, 2000; Rodríguez y Vázquez, 1991) han reportado ganancias de peso de 92 a 286 g, para finalización en confinamiento; mientras que para corderos de cruza de Rambouillet, Suffolk, o Dorset con Pelibuey, las ganancias, han variado de 152 a 267 g (Jiménez *et al.*, 1992; Mancilla *et al.*, 1992; Partida y Martínez, 1991); resultados que son similares a los obtenidos en el presente estudio para algunos grupos genéticos evaluados.

La mayor ganancia de peso total fue observada en el grupo genético $\frac{3}{4}$ Dorper, la cual presentó una ganancia de 8.2 kg en un periodo de 60 días de evaluación, mientras que el resto de los grupos genéticos presentaron un comportamiento similar entre sí, con valores promedio de 6.3, 6.4, 6.6 y 6.4 kg para el grupo genético $\frac{3}{4}$ Katahdin, Pelibuey, Saint Croix y Saint Croix x Katahdin, respectivamente (Figura 2).

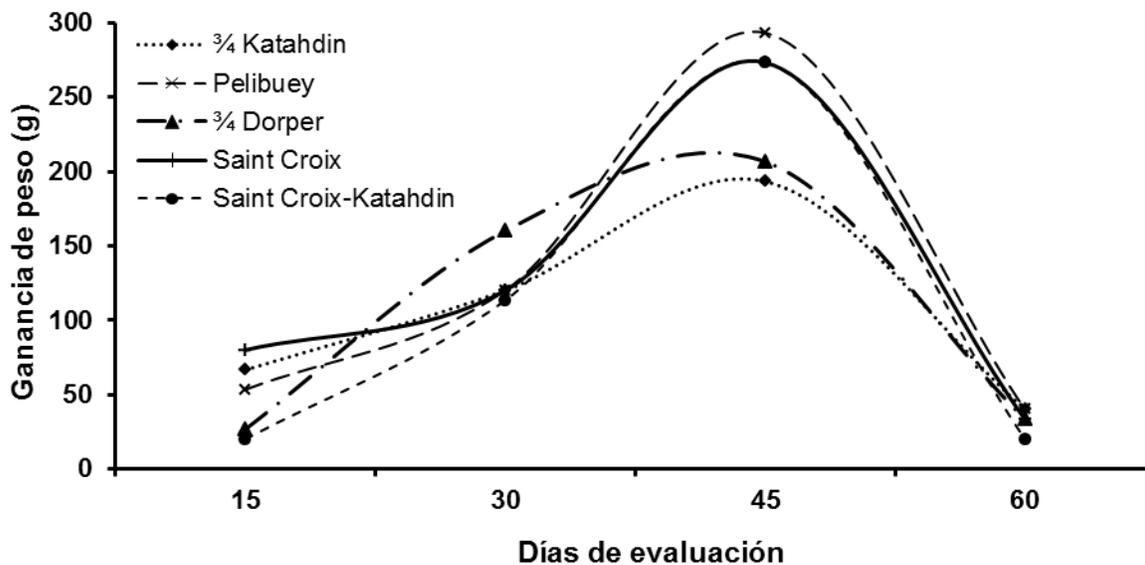


Figura 1. Ganancia de peso (g) en grupos genéticos de ovinos de pelo.

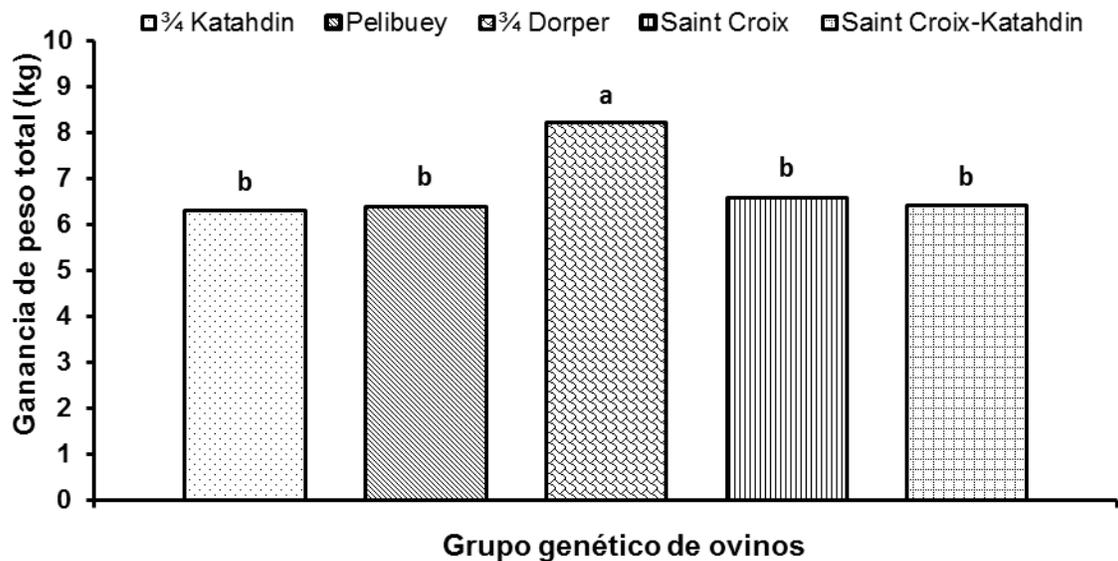


Figura 2. Ganancia de peso total (kg) en grupos genéticos de ovinos de pelo.

Conclusiones

Se concluye que bajo las condiciones en que se realizó el estudio, el grupo genético 3/4 Dorper presentó la mejor ganancia de peso total, en comparación al resto de los grupos genéticos evaluados, con aumentos de 28% en la ganancia de peso total respecto al grupo genético Pelibuey, tradicional en los sistemas de producción del trópico seco Tamaulipeco.

Literatura Citada

- Arciga C., S., A. Gómez V. y M. Huerta B. 1991. Comportamiento de borregos de Pelo alimentado con diferentes proporciones de rastrojo de maíz y grano de sorgo. Memoria IV Congreso Nacional de Producción Ovina pp. 19-21.
- Bodisco, V., C. M. Duque y A. Valle. 1973. Comportamiento productivo de ovinos tropicales en el período 1968-1972. *Agronomía Tropical* 23:517-540.
- Bunge, R., D. L. Thomas and T. G. Nash. 1993. Performance of hair breeds and prolific wool breeds of sheep in Southern Illinois: Lamb production of Fi ewe lambs. *J. Anim. Sci.* 71:2012-2017.
- Ferrer, A., A. y J. A. Cuellar O. 2001. Evaluación de dos sistemas de engorda intensiva de cordero bajo condiciones de trópico húmedo. Memoria XI Congreso Nacional de Producción Ovina. Mérida, Yucatán, México.
- González R., A. 2002. El manejo integral de la reproducción en ovinos de Pelo en el Noreste de México. Curso de Capacitación y Entrenamiento Técnico en Sistemas de Producción de Bovinos, Ovinos y Caprinos 17 p.
- González R., A., I. Martínez B., J. A. Chávez F., F. M. Loya H. y F. A. Lucero M. 2002. Crecimiento de corderos en pastoreo. II Taller Ovino del Golfo y Noreste de México pp. 17-20.
- González R., A., A. Duarte O. y E. Iriarte V. 2000. Utilización de la ganancia de peso como índice de selección en corderos de razas de Pelo sometidos a prueba de comportamiento individual Memoria I Taller Ovino del Golfo y Noreste de México. Cd. Victoria, Tamps. Octubre. pp. 333-342.
- Jiménez, J. M. L., G. T. Oviedo F. y V. C. Hernández V. 1992. Evaluación de una engorda intensiva de ovinos. Mem., V Congreso Nacional de Producción Ovina pp. 293-296.
- Mancilla, D. F., C., M. A. Ochoa C., J. Urrutia M. y E. Morales T. 1992. Corderos destetado precozmente alimentados con grano entero. Mem., V Congreso Nacional de Producción Ovina pp. 78-81.
- Partida de la P., J. A. y L. Martínez R. 1991. Crecimiento de ovinos Pelibuey: Sus cruza con Suffolk o Dorset en estabulación, clima templado. Mem., IV Congreso Nacional de Producción Ovina pp. 125-126.
- Rodríguez Ch., M. A. y G. Vázquez G. 1991. Comparación económica de dos raciones durante período postdestete en ovinos Pelibuey. Mem., IV Congreso Nacional de Producción Ovina pp. 63-65.
- SAS Institute. 1998. SAS user's guide. 8th ed. SAS Inst., Cary, NC.
- Schoeman, S. J. y R. Burger. 1992. Performance of Dorper sheep under an accelerated lambing system. *Small Rumin. Res.* 9:265-281.
- Shrestha, J. N. B., D. P. Heaney y R. J. Parker. 1992. Productivity of three synthetic Arcott shabreeds and their crosses in terms of 8-mo breeding cycle and artificially reared lambs. *Small Rumin. Res.* 9:283-296.
- Talavera, J. L., J. M. González y J. M. Berruecos. 1974. Factores genéticos y ambientales en el crecimiento del borrego Tabasco o Pelibuey. XI Reunión Anual de INIFAP, México, D. F., p. 15.

EVALUACION PRODUCTIVA DE GENOTIPOS OVINOS EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

PRODUCTION PERFORMANCE IN SHEEP GENOTYPE IN NORTHERN TAMAULIPAS

Rubén D. Garza*¹; Jaime Flores¹, Pedro Hernández², Pedro Zárate³ y Martin A. Ibarra³

¹Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, ²Sitio Experimental Zaragoza-INIFAP, ³Facultad de Ingeniería y Ciencias-UAT; garza.ruben@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento productivo en ovinos de pelo. Se utilizaron siete genotipos de ovinos de pelo, Pelibuey canelo (n=53), Saint Croix (n=20), Katahdin (n=9), $\frac{3}{4}$ Katahdin (n=40), $\frac{3}{4}$ Dorper (n=12) $\frac{7}{8}$ Dorper (n=7) y Saint Croix x Katahdin (n=25). Las variables de respuesta, fueron peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD), ganancia diaria de peso (GDP). El análisis estadístico se realizó usando el programa de SAS, con la comparación de medias por Tukey (P<0.05). Los resultados de PN obtenidos por cada genotipo mostraron que el peso promedio de las crías del genotipo Pelibuey (2.84±0.57 kg) fue inferior significativamente al de las crías del genotipo $\frac{3}{4}$ Dorper (3.97±0.55 kg). Los resultados de PD obtenidos por cada genotipo mostraron que el peso promedio de las crías del genotipo Saint Croix (13.19±3.63 kg) fue inferior significativamente al de las crías del genotipo $\frac{3}{4}$ Dorper (18.68±3.18 kg). Los resultados de GDP de las crías, del nacimiento al destete, fueron en promedio mayores en los genotipos Katahdin (0.22±0.06 kg) en comparación a los obtenidos en el genotipo Saint Croix x Katahdin (0.14±0.04 kg). Se concluye que los mayores pesos al nacimiento, destete y ganancia diaria de peso fueron obtenidos en los genotipos $\frac{3}{4}$ Dorper y $\frac{3}{4}$ Katahdin; genotipos pueden utilizarse en el mejoramiento genético de los rebaños ovinos en el norte de Tamaulipas.

Palabras clave: Ovinos de pelo, Genotipo, Cruzamiento.

Abstract

The objective was to assess the productive behavior of hair sheep. We used seven genotypes of hair sheep, Pelibuey canelo (n=53), Saint Croix (n=20), Katahdin (n=9), $\frac{3}{4}$ Katahdin (n=40), Dorper $\frac{3}{4}$ (n=12) $\frac{7}{8}$ Dorper (n=7) and Saint Croix x Katahdin (n=25). The response variables were birth weight (BW), weaning weight (WW), weight daily gain (WDG). Statistical analysis was performed using SAS, compared with the average of Tukey (P<0.05). The results obtained by BW each genotype showed that the average weight of the offspring genotype Pelibuey (2.84±0.57 kg) was significantly below that of the offspring genotype $\frac{3}{4}$ Dorper (3.97±0.55 kg). WW results from each genotype showed that the average weight of the offspring genotype Saint Croix (13.19±3.63 kg) was significantly below that of the offspring genotype $\frac{3}{4}$ Dorper (18.68±3.18 kg). The results of the offspring of WDG, from birth to weaning, were on average higher in genotypes Katahdin (0.22±0.06 kg) compared to those in Saint Croix genotype x Katahdin (0.14±0.04 kg). We conclude that higher weaning weights and daily weight gain were obtained in genotypes $\frac{3}{4}$ Dorper and $\frac{3}{4}$ Katahdin, so that these genotypes may be used in animal breeding sheep herds in northern Tamaulipas.

Keywords: Hair Sheep, Genotype, Crossbreeding.

Introducción

Los ovinos de pelo representan un grupo de rumiantes domésticos particularmente importantes para países subdesarrollados y en desarrollo, debido a su capacidad para convertir forrajes toscos en alimento para consumo humano, lo que hacen con una mejor eficiencia terminal y productividad en relación con los rumiantes mayores. La población de ovinos en Tamaulipas es de 417,430 cabezas, distribuidas principalmente en los municipios de San Fernando, Reynosa, González, Mante, Altamira y Victoria. En la zona norte de Tamaulipas se concentra más del 62.3% de la población ovina del estado, con inventario de 260,159 cabezas, lo que la ubica como la zona borreguera más importante del estado, por lo que la ovinocultura puede tener un papel importante, toda vez que es una actividad altamente competitiva frente a otras de tipo agropecuario y su práctica es viable para productores del sector social como para el empresarial.

Los ovinos de pelo generalmente se utilizan en sistemas extensivos, con escaso manejo técnico, nulos programas de alimentación, selección genética y prevención de enfermedades (Martínez, 2002), aunque con la introducción de razas especializadas en la producción de carne como Dorper y Katahdin, se pretende mejorar la eficiencia de producción de los rebaños de ovinos Pelibuey. Lo anterior hace necesaria la validación del comportamiento productivo de genotipos ovinos ya adaptados a la región, con la finalidad de obtener elementos de juicio que permitan emitir recomendaciones acordes a las necesidades de los sistemas de producción ovina en el norte de Tamaulipas.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el INIFAP-Campo Experimental Río Bravo, ubicado en el km 61 de la carretera Matamoros Reynosa (25° 57' 54'' LN y 98° 01' 03'' LO). Se utilizaron registros del 2009 obtenidos de un rebaño ovino constituido por hembras Pelibuey Canelo, Saint Croix y cruza de Dorper y Katahdin, y sementales puros Pelibuey Canelo, Saint Croix, Dorper y Katahdin. La alimentación de las borregas gestantes se basó en el pastoreo en una pradera de zacate Buffel y Bermuda bajo riego, además cada borrega recibió 100 g de un suplemento alimenticio con 14% de proteína cruda (PC). Las borregas paridas se separaron del rebaño y se alojaron con su cría en un corral de amamantamiento por un periodo de 5 a 7 días, en donde recibieron alimento a libre consumo, se vigilo que expulsaran la placenta y amamantaran a la cría, para asegurarse que esta recibiera el calostro de su madre. Después las borregas se manejaron en un lote de lactación, pastorearon y recibieron 500 g de concentrado (14% de PC y 2.4 Mcal EM) diariamente.

El rebaño ovino se vacuno y desparasito dos veces al año, (marzo-abril y septiembre-octubre). Durante la parición se identificaron los corderos, registrándose el peso al nacimiento, sexo y tipo de parto (simple o múltiple). El destete se realizó a los 80 días de edad del cordero, pesándose en báscula digital con capacidad de 50 kg. La ganancia diaria de peso predestete se determino mediante la diferencia del peso final menos el peso inicial entre el número de días. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando el procedimiento GLM (SAS, 2004) para el diseño completamente al azar, con arreglo factorial 7 x 2 x 2, siendo el primer factor el genotipo de los corderos (Katahdin, Pelibuey, Saint Croix puros, $\frac{3}{4}$ Katahdin, Saint Croix-Katahdin, $\frac{7}{8}$ Dorper y $\frac{3}{4}$ Dorper); el segundo factor el sexo y el tercer factor el tipo de parto.

Resultados y Discusión

Para PN se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre genotipos; los corderos $\frac{3}{4}$ Dorper y Katahdin presentaron el mayor PN (Cuadro 1), mientras que en el genotipo Pelibuey el PN fue inferior al resto de los genotipos evaluados. El Cuadro 1, muestra que el sexo influyo ($P < 0.05$) sobre el PN; resultando los machos más pesados (3.45 kg) que las hembras (3.20 kg), sobresaliendo el genotipo $\frac{3}{4}$ Dorper (4.16 kg), seguido del genotipo Katahdin (4.00 kg), resultando más livianos los corderos Pelibuey (2.93 kg). Al considerar la influencia del tipo de parto sobre el PN (Cuadro 1) se encontró que los corderos de parto simple resultaron más pesados (3.91 kg) que los corderos de parto múltiple (2.80 kg). Hernández *et al.* (2007), al comparar corderos Blackbelly, Dorper, Katahdin y Pelibuey, reportaron mayores pesos al nacimiento para crías provenientes de partos simples en las razas Dorper y Katahdin.

Cuadro 1. Efecto del sexo y tipo de parto sobre el peso al nacimiento en corderos de pelo (kg).

Genotipo	Sexo		Tipo de parto		Promedio
	Machos	Hembras	Simple	Múltiple	
Katahdin	4.00±0.6 ab	3.90±0.5 a	4.14±0.3 ab	3.25±0.1 ab	3.94±0.5 a
St. Croix	3.20±0.7 c	2.94±0.9 c	3.63±0.9 de	2.77±0.5 de	3.07±0.8 bc
Pelibuey	2.93±0.6 d	2.78±0.6 c	3.45±0.5 e	2.61±0.4 e	2.84±0.6 c
$\frac{3}{4}$ Dorper	4.16±0.5 a	3.58±0.5 b	4.26±0.2 a	3.38±0.5 a	3.97±0.6 a
$\frac{3}{4}$ Katahdin	3.82±0.8 b	3.41±0.5 b	4.15±0.7 ab	3.02±0.6 bc	3.61±0.9 ab
$\frac{7}{8}$ Dorper	3.40±0.8 c	3.90±0.3 a	3.96±0.2 bc	2.75±0.1 de	3.61±0.6 ab
SC x Katahdin	3.32±0.9 c	3.55±0.9 b	3.86±0.8 cd	2.87±0.7 cd	3.42±0.9 abc
Promedio	3.45±0.8 a	3.20±0.8 b	3.91±0.6 a	2.80±0.6 c	

* Valores con distinta literal entre columnas son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Cabe señalar que los corderos encastados con genotipos especializados en la producción de carne (Dorper y Katahdin) presentaron un peso al nacimiento superior (8-27%) al genotipo Pelibuey, pero estadísticamente ($P < 0.05$) similar al observado en el genotipo Katahdin. Estos resultados, son superiores a los reportados por Combellas (1980) para diferentes genotipos ovinos de pelo, quien además refiere que el peso al nacimiento es influenciado por factores genéticos, fisiológicos y del medio ambiente.

El sexo influyo ($P < 0.05$) sobre el PN; resultando en promedio más pesados los corderos machos que las hembras; al respecto, Estrada *et al.* (2004), reportan resultados similares en ovinos Pelibuey y sus cruza con Dorper, presentando los machos mayor PN que las hembras. Los corderos provenientes de parto simple resultaron más pesados que los corderos de parto múltiple. Esta misma tendencia fue observada por Zambrano (1997), González *et al.* (2002) y Baeza *et al.* (2006) en genotipos de ovinos de pelo. Lo anterior se atribuye principalmente a que la cría única durante su permanencia en el útero no tiene competencia alguna por nutrimentos y por espacio, contrario a lo que sucede con las crías gemelares.

El PD se vio fuertemente influenciado por el genotipo, sobresaliendo Dorper y Katahdin en sus distintas proporciones de sangre (Cuadro 2), los cuales mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$), y dónde los corderos Pelibuey presentaron pesos similares con $\frac{7}{8}$ Dorper (16.24 kg), $\frac{3}{4}$ Katahdin (17.24 kg) y St. Croix-Katahdin (13.90 kg). Cabe señalar que los corderos Saint Croix presentaron el menor PD (13.18 kg); en este sentido Hurtado *et al.* (2003), al trabajar con corderos West African y Blackbelly Barbados encontraron efecto del genotipo sobre el peso al destete, evidenciando además efecto del tipo racial sobre el peso al destete en corderos mestizos.

Al analizar el efecto del sexo sobre el PD (Cuadro 2), se encontró que los machos tuvieron mayor PD (16.25 kg) en relación con las hembras (14.70 kg) sobresaliendo el genotipo Katahdin (19.83 kg). Por otro lado, se observó efecto del tipo de parto sobre el PD para los distintos genotipos, resultando con un mayor PD los corderos provenientes de partos sencillos (17.93 kg) en comparación con los de parto múltiple (13.29 kg), este comportamiento esta en estrecha relación con la producción de leche de la oveja y en su habilidad para amamantar más de una cría (Torres y Hohenboken, 1980; Snowden y Glimp 1991; Zambrano, 1997).

Cuadro 2. Efecto del sexo y tipo de parto sobre el peso al destete en corderos de pelo (kg).

Genotipo	Sexo		Tipo de parto		Promedio
	Machos	Hembras	Simple	Múltiple	
Katahdin	19.83±3.6 a	16.98±3.7 b	18.79±4.2 ab	16.35±1.4 a	18.24±3.79 a
St Croix	13.35±3.4 d	13.02±3.9 c	16.07±3.4 d	11.63±2.7 d	13.19±3.63 d
Pelibuey	15.49±3.8 c	13.61±2.7 c	17.77±3.2 c	13.01±2.2 c	14.35±3.34 cd
¾ Dorper	19.38±3.1 ab	17.30±3.1 ab	19.99±2.9 a	16.08±1.7 a	18.68±3.18 a
¾ Katahdin	18.12±3.3. b	16.45±3.9 b	19.62±2.2 ab	14.62±3.2 b	17.24±3.72 ab
7/8 Dorper	14.65±4.9 c	18.37±4.0 a	18.52±2.9 bc	10.55±1.4 d	16.24±4.62 ab
SC x Katahdin	14.56±3.0 cd	13.06±2.1 c	14.71±2.6 e	12.87±2.6 c	13.90±2.73 cd
Promedio	16.25±3.9 a	14.70±3.6 b	17.93±3.4 a	13.29±2.8 b	

* Valores con distinta literal entre columnas son estadísticamente diferentes (P<0.05).

El PD se vio fuertemente influenciado por el genotipo; en este sentido Hurtado *et al.* (2003), al trabajar con corderos West African y Blackbelly Barbados encontraron efecto del genotipo sobre el PD en corderos mestizos. Se encontró efecto del sexo sobre el PD; es decir, que en promedio los machos tuvieron mayor PD que las hembras; al respecto, Baeza *et al.*, (2006) reportan similares resultados en corderos de padres, Pelibuey, Ile de France, Dorper Blanco, Blackbelly, Dorper Cabeza Negra y Katahdin. Se observó efecto del tipo de parto sobre el PD para los distintos genotipos, resultando con un mayor peso al destete los corderos provenientes de partos sencillos; Torres y Hohenboken (1980); Snowden y Glimp (1991); y Zambrano, (1997) mencionan que este comportamiento se relaciona con la producción de leche de la oveja y la habilidad para amamantar más de una cría.

El genotipo Katahdin mostraron las mejores GDP (Cuadro 3) en comparación a la craza Saint Croix-Katahdin (P<0.05). Los resultados obtenidos difieren a lo reportado por Cárdenas *et al.* (2006), quienes obtuvieron GDP de 182 y 170 g, para corderos encastados de Dorper y Pelibuey. Se observo efecto del sexo en la GDP (Cuadro 3), de tal manera que los machos fueron estadísticamente superiores (186 g) a las hembras (168 g); resaltando los genotipos Katahdin (248 ± 59 gr), ¾ Katahdin (221 ± 50 gr) y Pelibuey (197 ± 50 g). Cárdenas *et al.* (2006), mencionan que en corderos encastados de Dorper las hembras ganaron menos peso que los machos con promedios de 135 y 217 g/día respectivamente. Se observo efecto del tipo de parto sobre la GDP (Cuadro 3), resultando en promedio con una mayor ganancia las crías provenientes de parto simple (199±57 g) en comparación con las de parto múltiple (157 ± 43 g). En ovinos Pelibuey, González *et al.* (1997) reportaron que las crías de parto simple ganaron en los primeros días de nacidas 224 g y las de parto múltiple 197 g, lo anterior coincide a lo encontrado en el presente trabajo para este mismo genotipo.

Cuadro 3. Efecto del sexo y tipo de parto sobre la ganancia diaria de peso en corderos de pelo (g).

Genotipo	Sexo		Tipo de parto		Promedio
	Machos	Hembras	Simple	Múltiple	
Katahdin	248±59 a	200±62 a	225±71 a	208±24 a	220±60 a
St Croix	146±49 d	147±51 c	171±44 b	133±48 d	150±50 c
Pelibuey	197±50 d	167±37 b	221±43 a	163±34 bc	180±50 abc
¾ Dorper	179±29 c	154±26 bc	183±26 b	145±15 cd	170±30 bc
¾ Katahdin	221±50 c	199±55 a	240±40 a	176±44 b	210±40 ab
7/8 Dorper	132±51 d	163±46 bc	168±33 b	101±18 e	141±50 c
SC x Katahdin	150±52 d	122±17 d	137±42 c	139±43 d	140±39 c
Promedio	186±58 a	168±49 b	199±57 a	157±43 b	

* Valores con distinta literal entre columnas son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Conclusiones

Los genotipos que presentaron los mejores resultados en peso al nacimiento y al destete fueron ¾ Dorper y Katahdin, por tanto estos genotipos pueden ser una alternativa para su utilización en esquemas de cruzamientos para elevar la productividad de los rebaños ovinos en la zona norte de Tamaulipas.

Literatura Citada

- Baeza, R.J. J., J. A. Mondragón F., J. Ramón U. y R. F. Bores Q. 2006. Pesos al nacimiento y al destete de corderos Pelibuey y Blackbelly cruzados con Dorper, Katahdin e Ile de France. Memorias de la XLII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. pp.223.
- Buvanendran, V., Adu I. F., and Oye-Jola B. A. 1981. Breed and environmental effects on lamb production in Nigeria. J. Agric. Sci. 96:9.
- Cárdenas, S. J.A., Rubio C. J. V. y Herrera G. L. F. 2006. Comportamiento de corderos encastados de Dorper en finalización del GGAVATT Ovinocultores de Jala Nayarit. Memoria XLII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. pp. 334.
- Combellas, J. 1980. Production and reproduction parameters of tropical sheep breeds in improved production systems. Rev. Tropical Animal Production. 5:3:266-272.
- Estrada, A. A., Sierra T. J. S. y Gutiérrez R. E. 2004. Evaluación de la productividad de ovinos de la raza Pelibuey y sus cruza con Dorper. Memoria XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. pp. 227.
- González, G. R., H.G. Torres y A.M. Castillo. 2002. Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. Revista Veterinaria. 33:443-453.
- Hernández, B. J., Aguilar M. C., Pérez-León M. I., Gamboa A. J. G. y Aragón C. A. 2007. Efecto del tipo de parto en el peso al nacimiento y al destete en cuatro grupos raciales de ovinos. Memoria XLIII Nacional de Investigación Pecuaria. pp. 107.
- Hurtado, A., Salvador A., Morantes M., Colmenares O. 2003. Relación entre el peso corporal, medidas corporales y edad en corderos de raza West African y Barbados barriga negra desde el nacimiento al destete. Rev. Facultad de Ciencias Veterinarias. UCV. 44 (2): 145-155. 2003.
- Martínez, G. J. C. 2002. Mejoramiento genético y sistemas de cruzamiento en ovinos de pelo. Memoria II Taller Ovino del Golfo y Noreste de México. pp. 197-213.
- SAS Institute. 2004. STAT/SAS User's Guide, release 9.1 ed. SAS Institute, Cary, NC.
- Snowder, G.D. and Glimp H.A. 1991. Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. J. Anim. Sci. 69:923-930.
- Torres, H.G. and Hohenboken W. 1980. Relationships between ewe milk production and composition and preweaning lamb weight gain. J Anim. Sci. 50:597-603.
- Zambrano, A. C. R. 1997. Crecimiento predestete en corderos West African. Archivos de la Asociación Latinoamericana de Producción. Animal 5(1):442-444.

ACTIVACIÓN DE MECANISMOS TERMORREGULATORIOS FISIOLÓGICOS EN OVEJAS DE PELO POR EFECTO DE LA CARGA DE CALOR ADQUIRIDA DURANTE VERANO

ACTIVATION OF PHYSIOLOGICAL THERMOREGULATION MECHANISMS IN HAIR EWES BY EFFECT OF HEAT LOAD ACQUIRED DURING SUMMER

Miguel Ángel Gastélum^{1,2 #}, Francisco D. Álvarez¹, Leonel Avendaño¹, Abelardo Correa¹, Juan E. Guerra², Ulises Macías¹

¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B. C. ²Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, Sinaloa. #Autor de correspondencia: ranchero01@hotmail.com

Resumen

Se utilizaron 10 ovejas multíparas Katahdin x Pelibuey, no preñadas, para evaluar el efecto de la carga de calor acumulada a través del verano sobre la activación de mecanismos termorregulatorios fisiológicos bajo un ambiente árido y seco. Las ovejas se colocaron en un sólo corral donde se mantuvieron todo el verano del 2011 (temperatura ambiente, 31° a 37°C). El día 15 de cada mes se registraron el peso vivo (PV), condición corporal (CC), temperatura rectal (TR), frecuencia respiratoria (FR) y concentración de glucosa durante mañana (6:00) y tarde (18:00). Se realizaron comparaciones de medias entre meses y horas para cada variable. El PV fue similar ($P>0.05$) entre meses de verano, pero la CC incrementó ($P<0.05$) en Septiembre comparado con los otros meses. En Agosto, la TR fue menor ($P<0.05$) en la mañana y mayor ($P<0.05$) en la tarde comparado con los otros meses. En la mañana, la FR en Julio fue similar ($P<0.05$) a la de Septiembre pero mayor ($P<0.05$) a la de Junio y Agosto. En la tarde, la FR fue mayor en Agosto que en los otros meses de verano. Comparado con los otros meses, se observó menor ($P<0.05$) concentración de glucosa en Agosto durante la mañana y en Septiembre durante la tarde. En conclusión, las ovejas de pelo mostraron gran adaptación a las altas temperaturas registradas en verano y se observó que su temperatura corporal es regulada a través de variaciones en la FR sin alterar funciones fisiológicas tales como PV y CC.

Palabras claves: Borregos, adaptación, estrés calórico, razas de pelo.

Abstract

Ten nonpregnant Katahdin x Pelibuey multiparous ewes were used to evaluate the effect of accumulated heat load during summer on the activation of physiologic thermoregulatory mechanisms in an arid-dry environment. Ewes were allocated in a pen during the summer of 2011. On day 15 of each month, live weight (LW), body condition score (BCS), rectal temperature (RT) respiration rate (RR) and glucose concentration were recorded during the morning and afternoon. Mean comparisons were performed among months and times. The LW was similar ($P>0.05$) among summer months, but BCS increased ($P<0.05$) in September compared with the other months. In August, RT was lower ($P<0.05$) during the morning and higher ($P<0.05$) during the afternoon compared with the other months. During the morning, RR in July was similar ($P>0.05$) to that of September, but greater ($P<0.05$) to those from June and August. Compared with other months, lower glucose concentration was observed in August during the morning and during the afternoon in September ($P<0.05$). In conclusion, hair ewes showed great adaptation to the high temperatures

observed during summer, and it was noted that their body temperature was regulated through variations in the RR without altering physiological functions, such as BW and BCS.

Key Words: sheep, adaptation, heat stress, hair sheep breed.

Introducción

En climas extremos como existen en las zonas áridas del norte de México, se presentan altas temperaturas en verano que provocan estrés calórico a los animales domésticos que allí habitan. Por eso, en esa época es común observar una reducción en la fertilidad y crecimiento de estos animales por la activación de mecanismos compensatorios que ayudan a disipar la carga de calor, o bien, a reducir la producción de calor metabólico (Marai et al., 2007). Entre los mecanismos compensatorios que se activan primeramente se encuentran los de tipo fisiológico tales como incremento en la frecuencia respiratoria, el jadeo ó sudoración (Abdel-Hafez, 2002). Cuando estos mecanismos fisiológicos fallan y se incrementa la temperatura corporal, se alteran algunas funciones biológicas para evitar la producción de calor metabólico tales como: incremento en el consumo de agua, reducción en el consumo de alimento y alteración en la digestibilidad del alimento (Marai et al., 2008). En ovinos de pelo se han realizado estudios para conocer la forma en que se adaptan a las altas temperaturas ambientales (Ross et al., 1985; Horton and Burgher, 1992; Correa et al., 2012). No obstante, esos estudios se hicieron midiendo variables fisiológicas después de exponer a los animales durante periodos cortos de tiempo a altas temperaturas. En las regiones áridas del país, las temperaturas ambientales prevalecen altas (entre 30 y 50°C) durante los cuatro meses del verano (Junio a Septiembre), con ligeras variaciones diurnas en la temperatura ambiental, lo cual evita que los ovinos pierdan carga de calor en las noches. Este tipo de ambientes conllevan a que los animales se mantengan en condiciones de estrés por calor durante periodos de tiempo prolongados y en forma continua. Es conocido que la carga de calor es acumulativa mientras que las condiciones ambientales sean de hipertermia, y una vez que éstas cambian a termoneutrales, la liberación de esa carga de calor acumulada puede tardar algunas semanas, dependiendo del tiempo de exposición a las temperaturas altas (Cain et al., 2006). No existen estudios donde se haya examinado el efecto de periodos prologados de altas temperaturas sobre los mecanismos de adaptación fisiológicos en ovejas de pelo, tal como estos animales lo experimentan en condiciones naturales de producción. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de carga de calor acumulada a través del verano sobre la activación de mecanismos termorregulatorios fisiológicos de ovejas de pelo bajo un ambiente árido y seco.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó de junio a septiembre del 2011 en la Unidad Experimental Ovina del Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC, localizada en el Valle de Mexicali, Baja California. Se utilizaron 10 hembras multíparas Katahdin x Pelibuey, de entre 3 y 4 años, con PV promedio de 53.6 ± 4.15 kg y CC promedio de 3.26 ± 0.30 unidades (escala de 1=muy flacas a 5=muy gordas). Las ovejas se mantuvieron en un corral con piso de tierra (3.7 m²/animal), provisto de sombra (2 m²/animal), comederos y bebederos. La alimentación durante este periodo consistió en una dieta compuesta por heno de alfalfa (50%) y paja de trigo (50%) a libre acceso. El agua se ofreció *ad libitum*. El día 15 de cada mes, las ovejas se pesaron individualmente y se les midió la condición corporal antes de ofrecerles el alimento del día. En ese mismo día en horarios de 6:00 y 18:00 h, se tomaron muestras de sangre y se registró la FR (conteo de número de movimientos intercostales por minuto) y la TR (con termómetro digital). Las muestras de sangre se colectaron en tubos vacutainer

de 6 mL por punción en la vena yugular y se centrifugaron a 3500 rpm por 10 min a 10°C. El suero obtenido se colocó en alícuotas de 2 mL y se almacenó a -20°C hasta que se utilizó para determinar concentración de glucosa por el método de radioinmunoanálisis con un lector de química sanguínea (EK TACHEM DT60 II System Johnson & Johnson®). Adicionalmente, datos de temperatura ambiental (T) y humedad relativa (HR) se solicitaron a la Estación Meteorológica de la UABC. A partir de esta información se calculó el índice de temperatura-humedad (ITH) con la ecuación propuesta por Marai (2001): $ITH = T - \{[0.31 - 0.31 * HR]\} * (T - 14.4)$. En esta escala un ITH mayor a 22.2 indica condiciones de estrés por calor para los animales. Las variables fueron sometidas a un análisis de varianza utilizando un diseño completamente al azar donde el modelo incluyó los efectos fijos mes y hora. Las comparaciones de medias fueron hechas con la prueba “t” a una $\alpha = 0.05$. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico de SAS (2004).

Resultados y Discusión

Los promedios de T e ITH obtenidos en el presente trabajo fueron para Junio 32.0°C y 27.7 unidades, Julio 35.9°C y 31.4 unidades, Agosto 36.6°C y 31.8 unidades, y Septiembre 34.3°C y 30.2 unidades. Estas condiciones climáticas fueron consideradas de estrés calórico para las ovejas, siendo Julio y Agosto los meses más críticos ya que la T fue más elevada. En general, se evidencia como los sistemas de producción de ovinos durante la época de verano permanecen en un ambiente de estrés calórico por periodos de tiempo prolongados, lo cual provoca que las ovinos tengan que activar mecanismos compensatorios de aclimatización, y posteriormente, de adaptación (Marai et al., 2007). En el presente estudio, el PV no varió significativamente ($P > 0.05$) a través de los meses de verano, mientras que la CC fue similar ($P > 0.05$) entre los meses de junio, julio y agosto, incrementando significativamente ($P < 0.05$) en Septiembre con respecto a los otros meses de verano (Figura 1). Estos resultados indican que las razas de pelo tienen una alta capacidad de adaptación, y que los mecanismos termorregulatorios fisiológicos activados fueron lo suficientemente eficientes para mantener las ovejas en condiciones de homeotermia, sin la necesidad de alterar las funciones biológicas tales como consumo de alimento y agua (Abdel-Sameel, 1991). El hecho de que no se hayan afectado las funciones biológicas del animal conllevó a que el PV y la CC no disminuyeran durante el verano. Contrariamente, se incrementó la CC al final del verano, lo cual sugiere que el metabolismo energético de las ovejas de pelo sigue funcionando correctamente, sin efectos por una posible carga de calor acumulado adquirida a través del verano. Resultados similares fueron observados por Sejian (2010) en ovejas Malpura sometidas a estrés calórico por 35 días.

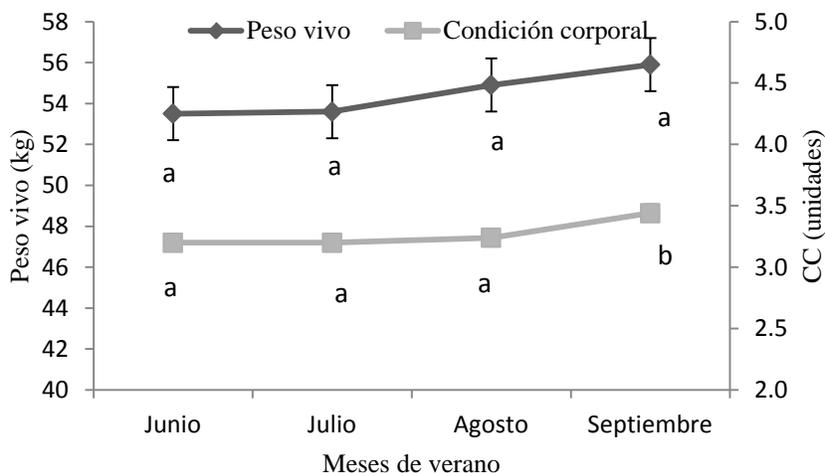


Figura 2. Peso vivo y condición corporal (CC) de las ovejas de pelo durante los meses de verano (a, b indica diferencias significativas entre meses a $P < 0.05$).

En el cuadro 1 se muestran los resultados de TR, FR y concentración de glucosa en sangre por efecto del mes de verano. En Agosto, la TR durante la mañana fue más baja ($P < 0.05$; 38.4°C) y en la tarde más alta ($P < 0.05$; 39.2°C), comparado con los otros meses, entre los cuales la TR no varió significativamente ($P > 0.05$; en promedio 38.6°C en la mañana y 38.9°C en la tarde para Junio, Julio y Septiembre). Marai et al. (2007) indican que la TR en condiciones termo-neutrales varía de 38.3° a 39.9°C para ovinos. Bajo las condiciones de estrés calórico que prevalecieron en todo el verano, la TR de mañana y tarde en las ovejas estudiadas se mantuvo en el rango señalado por Marai et al. (2007). Esto muestra la capacidad que tienen las ovejas de pelo para adaptarse a las condiciones de estrés calórico. Además, se observó que en el mes más caliente (Agosto), las ovejas mostraron menor TR por la mañana. Es ampliamente conocido que la ausencia de radiación solar y baja de temperatura ambiental nocturna es aprovechado por los animales homeotermos para perder la carga de calor acumulada a través del día, lo cual se refleja en una baja en la TR de la mañana. Aunado a esto, posiblemente las ovejas en Agosto redujeron su TR modificando la conducta para evitar la producción de calor metabólico por la noche, lo cual les permitió tener una mayor pérdida de calor corporal (Cain et al., 2006). Además, el hecho de ser altamente eficientes para perder calor corporal por la noche, en el mes donde las temperaturas ambientales fue más alta, puede ser un mecanismo de adaptación en ovinos de pelo para soportar la carga de calor corporal que acumular a través del día, ya que en este estudio también se observó que en Agosto se presentó más alta TR por la tarde que en los meses de Junio, Julio y Septiembre. La mayor TR durante la tarde en el mes de agosto se atribuyó a la más alta T registrada en ese mes (37°C) comparado con los otros meses. Asimismo, a la incapacidad de los mecanismos compensatorios fisiológicos (como FR) para disipar la carga de calor que se fue acumulando a través del día (Sejian et al., 2010). Por otra parte, en la mañana, la FR fue mayor ($P < 0.05$) en Julio que en Junio y Agosto. La FR observada en Septiembre fue similar ($P > 0.05$) a la de Junio y Agosto, y Julio. En la tarde, la FR fue mayor ($P < 0.05$) en Agosto que en los otros meses de verano, pero la FR en Julio fue menor ($P < 0.05$) que la registrada en Junio y Septiembre. En general, las FR fueron menores en la mañana que en la tarde, lo cual coincide con lo reportado por Marai et al. (2007), y está relacionado con la menor T que se registró en las mañanas. Además, se observó mayor FR durante las tardes de agosto comparado con los otros meses debido a que la T también era mayor en este periodo del día (16:00 h); aunque este mecanismo de termorregulación no fue suficiente para mantener las ovejas en homeotermia, de tal

manera que se incrementó la TR. También se observó que la FR durante la tarde fluctuó entre los meses, en Julio más baja, Junio y Septiembre intermedio, y Agosto más alta. Esto posiblemente es un mecanismo adaptación para mantenerse en homeostasis cuando se someten a periodos prolongados de hipertermia. De esta manera, las ovejas pueden disminuir las pérdidas de agua corporal por evaporación (Cain et al., 2006).

Cuadro 1. Frecuencia respiratoria, temperatura rectal y concentración de glucosa de ovejas de pelo cargadas de calor durante verano.

	Meses de Verano				E.E.
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	
Temperatura rectal (°C)					
AM	38.6a	38.6 ^a	38.4b	38.6a	0.07
PM	38.9a	38.9 ^a	39.2b	39.0a	0.07
Frecuencia respiratoria (rpm)					
AM	39.2a	48.0b	39.6a	44.9ab	3.0
PM	110.2a	98.8b	117.6c	111.2a	2.6
Glucosa (mg/dL)					
AM	55.2a	62.8b	47.7c	57.5a	1.5
PM	58.6a	65.8b	58.2a	50.6c	2.7

a,b,c letras diferentes dentro de hileras indica diferencias a $P < 0.05$.

La concentración de glucosa fue más baja ($P < 0.05$) en Agosto que en los otros meses de estudio durante la mañana. Este resultado puede deberse a una reducción en el consumo de alimento en horas de la noche, considerando que ese mes fue el más caliente, y como anteriormente se mencionó, las ovejas perdieron la acumulación de calor corporal adquirido en el día modificando su conducta (menos movimiento en la noche). Otra explicación puede ser que la sangre se haya diluido como consecuencia de un alto consumo de agua (Marai et al., 2008). En la tarde, la concentración de glucosa fue mayor en julio ($P < 0.05$) y menor ($P < 0.05$) en septiembre. La mayor concentración de glucosa en julio se debió a que la FR fue menor comparado con los otros meses, cuando menos en la tarde. El gasto de energía por la activación de este mecanismo es más elevado que el de otros mecanismos de termorregulación (Marai et al., 2007).

Conclusiones

En ovejas de pelo, la carga de calor adquirida durante la época de verano bajo condiciones áridas es disipada eficientemente a través de un incremento en la frecuencia respiratoria, sin alterar drásticamente sus funciones biológicas. Esto considerando que las ovejas experimentales mantuvieron constante su peso vivo y condición corporal durante todo el verano. Además, un mecanismo fisiológico que usan las ovejas cuando la temperatura ambiental es más elevada consiste en perder la mayor cantidad de calor corporal por la noche, permitiendo que en el día puedan soportar una carga calórica elevada.

Literatura Citada

- Abdel-Hafez, M.A.M., 2002. Studies on the reproductive performance in sheep. Ph.D. thesis. Faculty of Agriculture, Zagazig University, Zagazig, Egypt.
- Cain III, J.W., P.R. Krausman, S. Rosenstock, and J.C. Turner. 2006. Mechanisms of thermoregulation and water balance in desert ungulates. *Wildlife Society Bulletin* 34:570-581.
- Correa M.P.C., M.T. Cardoso, M. Castanheira, A.V. Landim, B.S.L. Dallago, H. Louvandini, and C. McManus. 2012. Heat tolerance in three genetic groups of lambs in central Brazil. *Small Ruminant Research* in press.
- Horton, G.M.J., and C.C. Burgher. 1992. Physiological and carcass characteristics of hair and wool breeds of sheep. *Small Ruminant Research* 7:51-60.
- Marai, I. F. M., Ayyat, M. S. and Abd El-Monem, U. M. 2001. Growth performance and reproductive traits at first parity of New Zealand White female rabbits as affected by heat stress and its alleviation, under Egyptian conditions. *Tropical Animal Health and Production* 33: 1-12.
- Marai, I.F.M.; El-Darawany, A.A.; Fadiel, A. y Abdel-Hafez M.A.M. 2008. Reproductive Performance Traits as Affected by Heat Stress and Its Alleviation in Sheep-Review. *Tropical and Subtropical Agroecosystem* 8: 209 – 234.
- Marai, I.F.M.; El-Darawany, A.A.; Fadiel, A. y Abdel-Hafez M.A.M. 2007. Physiological Traits as Affected by Heat Stress in Sheep—A Review. *Small Ruminant Research* 71:1–12.
- Ross, T.T., L. Goode, and A.C. Linnerud. 1985. Effects of high ambient temperature on respiration rate, rectal temperature, fetal development and thyroid gland activity in tropical and temperate breeds of sheep. *Theriogenology* 24:259-269.
- SAS. 2004. SAS/STAT, users guide software released 9.12. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sejian, V., V.P. Maurya, and S.M.K. Naqvi. 2010. Adaptability and growth of malpura ewes subjected to thermal and nutritional stress. *Tropical Animal Health Production* 42:1763-70.

NIVELES DE METABOLITOS SERICOS DE CORDEROS DE OVEJAS DE SEGUNDO PARTO EN LACTANCIA NATURAL Y ARTIFICIAL

SERUM LEVELS OF METABOLITES OF SHEEP LAMB SECOND BIRTH IN BREASTFEEDING AND ARTIFICIAL

Aquiles Guzmán, Rómulo Bañuelos, Alberto Muro, Héctor Gutiérrez, Ma. De Lourdes Alonso, Carlos Meza, J. Gabriel Ortiz y Luis H. Díaz*.

Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, México. *Autor de Correspondencia: hum_diaz73@yahoo.com.mx

Resumen

El objetivo del presente estudio fue comparar niveles de metabolitos séricos sanguíneos; Proteína Total (PT) (g/dl), Glucosa (GL), Triglicéridos (TG) y Urea (UR) (mg/dl) de corderos de ovejas de segundo parto mantenidos en lactancia natural (LN) y artificial (LA). Se utilizaron 29 corderos asignados a cada tratamiento de acuerdo a si la madre había estado en LN o LA en el primer parto (LN, n=12) y (LA, n=17) con una duración de 29 días. Los corderos en LN permanecieron todo el tiempo con las ovejas hasta el final del experimento y los de LA fueron separados de las madres a las 24 horas ofreciéndoseles un sustituto lácteo a razón de 105 g por cordero por día. Las muestras sanguíneas fueron tomadas a los 1, 15 y 29 días. La LN presentó niveles mayores que LA ($P < 0.05$) para PT (7.1397 vs 5.5888) y GL (124.16 vs 97.75). Al día 1 de muestreo se encontraron niveles más altos ($P < 0.05$) con respecto a los días 15 y 29 para PT (2.5132 y 3.3093) y UR (2.6996 y 1.8518) respectivamente sin diferenciar tratamiento, presentándose correlación negativa para los dos metabolitos PT: $R = -0.43007$ y $P = < 0.0001$; y UR: $R = -0.38611$ y $P = 0.0003$; PT y TG presentaron correlación positiva ($R = 0.23749$ y $P = 0.0317$).

Palabras clave: Lactancia, corderos, metabolitos séricos.

Abstract

The aim of this study was to compare blood serum metabolite levels, total protein (TP) (g/dl), glucose (GL), triglycerides (TG) and urea (UR) (mg/dl) lambs of second delivery sheep maintained in breastfeeding (LN) and artificial (LA). We used 29 lambs assigned to each treatment according to whether the mother had been in LN or LA at first birth (LN, n = 12) and (LA, n = 17) with a duration of 29 days. LN lambs remained all the time with the sheep until the end of the experiment and LA were separated from mothers at 24 hours offering them a milk replacer at a rate of 105 g per lamb per day. Blood samples were taken at 1, 15 and 29 days. LN present levels greater than LA ($P < 0.05$) for PT (7.1397 vs. 5.5888) and GL (124.16 vs 97.75). Sampling day 1 levels were higher ($P < 0.05$) compared to 15 and 29 for PT (2.5132 and 3.3093) and UR (2.6996 and 1.8518) respectively without differentiating treatment, presenting negative correlation for the two metabolites PT: $R = -0.43007$ and $P = < 0.0001$, and UR: $R = -0.38611$ and $P = 0.0003$; PT and TG showed positive correlation ($R = 0.23749$ and $P = 0.0317$).

Keywords: Breastfeeding, lambs, serum metabolites.

Estudio Financiado por FOMIX (Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Zacatecas) clave: ZAC-2004-CO1-0055.

Introducción

El manejo de la lactancia artificial (LA) en ovinos es esencial tanto para producción de pie de cría como para abasto, siendo el proceso en el cual los corderos son alimentados con leche de otras especies o sustitutos comerciales. Es llevada a cabo desde hace ya algún tiempo empíricamente; sin embargo, su empleo no ha sido muy difundido (Peláez y Mantecón, 1991). Entre las principales razones que la justifican, destacan que en las ovejas con aptitud lechera permite vender y destinar mayor cantidad de leche a la producción de queso. En las razas productoras de carne es necesario para lograr tres partos o más en dos años. También se debe recurrir a la LA en las explotaciones del ovino de carne donde se actúa hormonalmente en el ciclo ovárico o se realizan cruza con razas prolíficas, con el fin de mejorar esta característica. Así, la LA resulta necesaria porque las ovejas de razas españolas dedicadas a la producción de carne no suelen tener la suficiente capacidad láctea para poder criar el número de corderos que producen con respecto a otras, como consecuencia de los tratamientos o cruza a las que se someten (Fernández-Vázquez, 2001). La determinación de perfiles químicos (metabolitos séricos) es una herramienta útil que puede usarse para la evaluación de diversos sistemas corporales. Estos metabolitos pueden proveer información acerca de la salud, nivel de producción, eficiencia alimenticia y padecimientos de estrés de animales en estados fisiológicos diversos (Russell y Roussel, 2007; Polizopoulou, 2010).

Las proteínas intervienen en prácticamente todos aquellos procesos que acontecen en el ser vivo, desde la coagulación de la sangre hasta la herencia de los animales, y son constituyentes de estructuras fundamentales. Las funciones de las proteínas son innumerables, siendo su actividad biológica dependiente de su estructura (Kaneko *et al.*, 1997).

Después de la ingesta, gran cantidad de glucosa presente en la sangre se absorbe en el intestino delgado (como producto final de la digestión de los carbohidratos) y se traslada para almacenarse como glucógeno en el hígado y músculos. Algunas veces la glucosa se libera de los tejidos para mantener una concentración plasmática suficiente. Esta glucosa que mantiene los niveles proviene de la conversión del glucógeno hepático (glicólisis) y de fuentes no carbohidratadas (por gluconeogénesis hepática) (Buss, 1999).

La influencia de la alimentación sobre la concentración sérica de triglicéridos es variada si nos atenemos a los criterios de los diferentes autores, citados por Velasco (2004), quienes consideran que dietas con un contenido proteico y energético bajo, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo, conducen a un incremento en la trigliceronemia de los animales, con incremento de los ácidos grasos libres y disminución paralela de la glucemia por movilización de las reservas orgánicas, con el objetivo de cubrir sus necesidades energéticas (Couto-Hack, 2010).

La cifra de urea está condicionada por la ingestión proteica y por el aumento del catabolismo, como en la fiebre y el estrés. Los valores reportados para ovejas son 15-50 mg/dl (Kaneko, 1980). Las concentraciones de urea sanguínea aumenta en los casos en los que existe disminución en la reabsorción tubular (deshidrataciones, falta de aporte hídrico, shock hipovolémico) (González de Buitrago *et al.*, 1998).

Materiales y Métodos

Sitio Experimental.

El presente trabajo se realizó en la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas, localizada en el Km. 31.5 de la carretera panamericana tramo Zacatecas-Fresnillo a 22° 58' de latitud norte y 102° 30' 10'' de latitud oeste, a una altitud

de 2153 msnm. El clima se considera semiseco templado, con lluvias en verano y un periodo de lluvia invernal. La temperatura media anual es menor de 18°C (INEGI 2001a).

Material Biológico

Se utilizaron 29 corderos recién nacidos de borregas de segundo parto, cruza de razas de pelo, los cuales se dividieron en dos tratamientos: LA (n=17) corderos que fueron separados de sus madres a las 24 horas de nacidos (procurando que mamaran calostro en ese lapso de tiempo y después ser alimentados con sustituto lácteo) y LN (n=12) corderos amamantados con sus madres. Cabe mencionar que los corderos fueron asignados a cada tratamiento de acuerdo a si la madre había estado en LA o LN en el primer parto. A los dos grupos de corderos se les suministró alimento sólido o creep feeding con los siguientes ingredientes y porcentajes: Soya 25.49, harinolina 15.69, grano de sorgo 16.68, grano de maíz 17.81, premezcla mineral 1.47, sal 0.98, rastrojo de maíz 17.89 y melaza 4 (BS); hasta su destete para los dos tratamientos. La dieta de las borregas adultas se formuló de acuerdo a los requerimientos nutricionales para la etapa de borregas paridas (NRC, 1985).

El sustituto lácteo utilizado fue de la marca purina para becerros con la siguiente información nutrimental y sus porcentajes: Proteína (min) 22, Grasa (min) 12, Fibra (max) 1, Cenizas (max) 7, Humedad (max) 5, ELN (por diferencia) 53, Clorhidrato de Oxitetraciclina 100 g/Ton y Sulfato de Neomicina 200 g/Ton. La alimentación con leche en la LN fue a libre acceso y teniendo como única restricción la capacidad productiva de la oveja. Se calculó un consumo promedio de 105 gr/día BS, según el índice de conversión de leche a ganancia de peso del cordero (4.5/kg de peso ganado), por lo cual en la LA se administró el sustituto a razón de 105 gr/día en tres tomas.

Toma, Manejo de Muestras y Determinación de metabolitos Séricos.

Se tomaron muestras de sangre por venopunción yugular a los 1, 15 y 29 días después del nacimiento a las 12:00 h, antes de suministrar el sustituto a los corderos en LA. Las muestras sanguíneas fueron centrifugadas a 1000 gravedades para la obtención del suero, congelado a -10° C para su posterior análisis mediante espectrofotometría con desarrollo colorimétrico característico para cada metabolito, tomando una alícuota de 10 µl y 1 ml del reactivo correspondiente, se agitó la solución, dejándola reposar por 10 minutos para pasarla a una cubeta de 2 ml y ser analizada en el espectrofotómetro.

Análisis estadístico

Se realizó un ANOVA y se utilizó el paquete estadístico SAS mediante PROC CORR.

Resultados y Discusión

Las medias para cada uno de los metabolitos séricos para los dos tratamientos se muestran en la tabla 1. Las cantidades de PT y UR se muestran en la Grafica 1, mientras que las de GL y TG en la 2, debido a la relación que guardan entre si.

Cuadro 1. Medias generales para PT, TG, GL y UR séricas de corderos en LA y LN

	LN	LA	P
PT, g/dL	7.1379 ^a	5.5888 ^b	<0.05
GL, mg/dL	124.16 ^a	97.75 ^b	<0.05
TG, mg/dL	152.85	133.49	>0.05
UR, mg/dL	3.4574	3.4240	>0.05

^{ab}Medias en las hileras con diferente superíndice entre tratamientos para la variable son diferentes estadísticamente (P<0.05). LSM= Medias ajustadas al error (Leas square mean). P=Probabilidad.

Figura 1. Comportamiento de Proteína Total (PT) y Urea (UR) Séricas de Corderos en Lactancia Artificial (LA) y Natural (LN) a los días 1, 15 y 29 de Edad

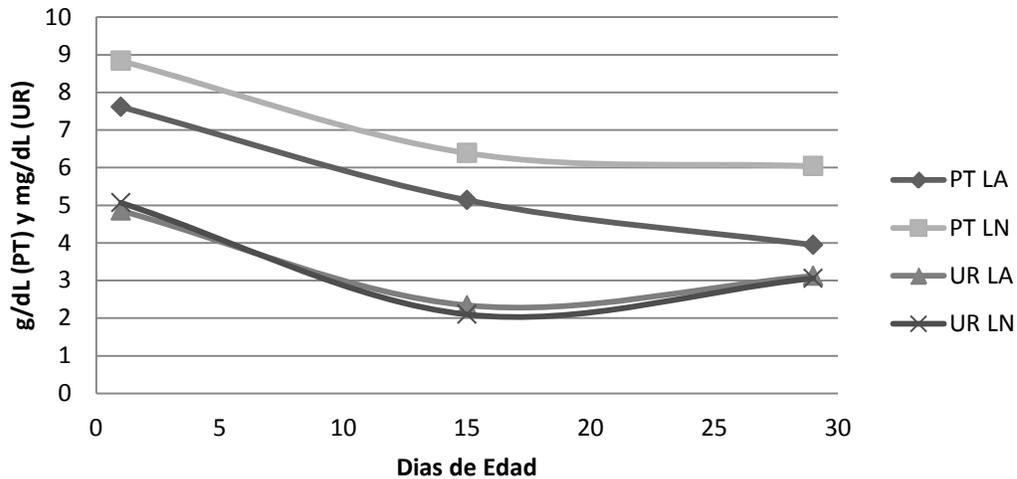
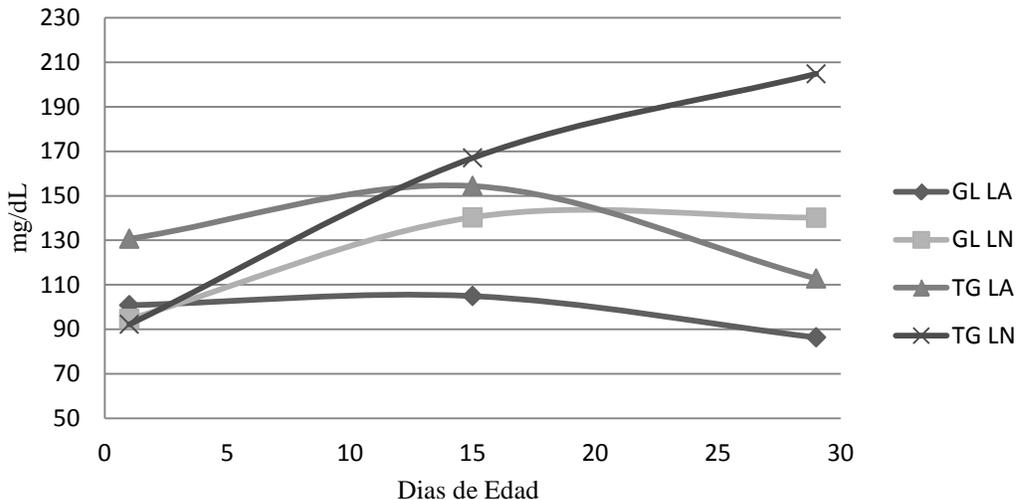


Figura 2. Comportamiento de Glucosa (GL) y Triglicéridos (TG) Séricos de Corderos en Lactancia Artificial (LA) y Natural (LN) a los días 1, 15 y 29 de Edad



Los metabolitos séricos PT y GL evaluados fueron más altos ($P < 0.05$) en LN que en LA; 7.1397 y 5.5888 para PT y para GL 124.16 y 97.75 respectivamente. Lo anterior coincide con lo reportado por Díaz-García y colaboradores (2012); sin embargo, estos autores presentan datos más bajos, 5.86 y 5.6 para PT y para GL 89.38 y 72.68 en LN y LA respectivamente con tiempos de muestreo a los 8, 28 y 42 días de edad. Las concentraciones menores de PT en LA se debe posiblemente a que los muestreos se ejecutaron siempre antes de administrar el sustituto, probablemente siendo este el momento en el que los niveles se encontraban más bajos a diferencia de los corderos en LN que mamaban de sus madres a intervalos muchísimo más cortos. El comportamiento de PT en los corderos de LN se puede explicar, ya que según Manterola y col

(2007), durante la fase productiva, se muestra una tendencia a aumentar los contenidos proteicos en la leche de ovejas a medida que avanza la lactancia.

La diferencia que muestra la GL en LN con respecto a la LA ($P < 0.05$) puede ser debido a que los corderos en LN dependen más de la lactosa contenida en la leche materna y tienen menos necesidad que los de LA de buscar otra fuente de alimento (creep feeding); sin embargo el hecho de que estén con sus madres y comiencen a imitar su comportamiento de buscar alimento, los coloca en un punto de ventaja con respecto a los de LA. Schichowski y colaboradores (2007) encontraron relación entre el bajo comportamiento productivo de corderos y su menor consumo de alimento con los niveles de estrés a los que son sometidos.

En la gráfica para TG, se muestra que en la LA al día 1 los niveles son mayores que para LN; sin embargo, con la edad, los niveles para LN tienden a subir y a ser mucho más altos que en LA para el día 29. Por lo cual se aprecia que en LA aunque son más bajos, son más estables. Velasco (2004) menciona que la influencia de la alimentación sobre la concentración sérica de triglicéridos es variada ya que dietas con un contenido proteico y energético bajo, conducen a un incremento en la trigliceronemia de los animales, con el objetivo de cubrir las necesidades energéticas de los animales, lo cual no coincide con los resultados del presente trabajo ya que entenderíamos que los corderos en LN no se encuentran en el estado mencionado; sin embargo, Bush (1999) dice que los triglicéridos circulantes en plasma tienen también un origen nutricional denominados triglicéridos exógenos y encontrados en las células de la mucosa intestinal a partir de los monoglicéridos y ácidos grasos de la digestión de los lípidos ingeridos.

PT y UR mostraron niveles más altos ($P < 0.05$) al día 1 de muestreo sin diferenciar tratamiento con respecto a los días 15 y 29. La diferencia para cada metabolito es: PT: 2.5132 y 3.3093 en tanto que para UR: 2.6996 y 1.8518 respectivamente. Por lo cual, es entendible la correlación negativa encontrada: PT ($R = -0.43007$ y $P = < 0.0001$) y UR ($R = -0.38611$ y $P = 0.0003$). Lo anterior se contrapone a lo reportado por Kaneko y colaboradores (1997), quienes mencionan que la edad es un factor que modifica la proteinemia, produciéndose un aumento conforme avanza aquella y atribuible al progresivo aumento en los niveles de globulinas, ya que parece ser que las ovejas adultas poseen una mayor capacidad para estabilizar sus proteínas séricas, con el propósito de mantener la presión oncótica coloidal, respecto a los individuos jóvenes. Sin embargo, los autores no mencionan la edad de estos últimos. Por su parte, Jenkins y colaboradores (1982) describen una estrecha correlación entre la uremia de los animales y la edad, manifestando los mayores valores en el periodo comprendido entre los 15 y 16 meses de vida. Lo cual puede coincidir con Knowles y colaboradores (2000), quienes observaron un patrón de variación de la urea donde existía un rápido descenso desde el nacimiento hasta el sexto día, y después los niveles aumentaban hasta los 81 días.

PT y TG presentaron correlación positiva ($R = 0.23749$ y $P = 0.0317$) sin diferenciar tratamiento, lo cual coincide con Plonait (1984), quien menciona que la existencia de lipemia lleva a lecturas elevadas de las proteínas plasmáticas.

Conclusiones

Los valores de metabolitos mostrados en el presente trabajo pueden ser usados como valores de referencia para evaluar el estado nutricional de los animales en distintas condiciones de lactancia; mas aun, cuando la mayoría de los valores encontrados en la literatura hacen referencia a animales adultos y muy pocos solo a aquellos en edades tempranas. Los valores obtenidos aunque presentaron algunas diferencias y/o tendencias favoreciendo la LN, se encuentran dentro

de los parámetros normales desde el punto de vista fisiológico y clínico. Lo cual significa que el empleo de la LA no implica el poner en riesgo el estado de salud de los corderos lactantes.

Literatura Citada

- Bush B. M. 1999. Interpretación de análisis de laboratorio para clínicos de pequeños animales. Senior lecturer in small animal medicine royal Veterinary College. University of London. pp. 264 - 267, 276 - 293, 325 - 339.
- Couto-Hack, A. K. 2010. Caracterización Genética y Perfil Hematológico y Bioquímico en Ovinos de Raza “Criolla Lanada Serrana” del Planalto Serrano Catarinense–Santa Catarina, Brasil. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- Díaz-García L. H., A. Muro-Reyes, D. M. García-Guzmán, J. C. Guevara-Sandoval, H. Gutiérrez-Bañuelos, R. Bañuelos-Valenzuela, A. Guzmán-Hernández y O. Rivas-Sánchez. 2012. Niveles de Metabolitos Séricos de Corderos en Lactancia Natural y Artificial. Artículo aceptado para presentarse como ponencia en el II Foro Internacional de Ciencias e Innovación Tecnológica / III Congreso Latinoamericano de FOCAL. Colima, Colima. 26 a 28 septiembre.
- Fernández-Vázquez, M. 2001. Utilización de la Lactancia Artificial en Corderos. Mundo Ganadero. Pp. 44:47.
- González de Buitrago, J. M., F. E. Arilla y P. A. Sánchez. 1998. Bioquímica Clínica. McGraw Hill Interamericana de España. pp 191 - 193.
- INEGI 2001a. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México en el mundo. Edición 2001.
- Jenkins, S. J., S. A. Green y P. A. Clark. 1982. Clinical chemistry reference values of normal domestic animals in various age groups. As determined on the ABA-100. Cornell Vet. 72:403-415.
- Kaneko, J. J. 1980. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Ed. Academic press. Davis. California.
- Kaneko, J. J., J. W. Harvey y M. L. Bruss. 1997. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 5th ed. Ed. Academic Press. San Diego.
- Knowles, T. G., J. E. Edwards, K. J. Bazeley, S. N. Brown, A. Butterworth and P. D. Warriss. 2000: Changes in the blood biochemical and haematological profile of neonatal calves with age. *Vet. Rec.*, 147, 21: 539–598.
- Manterola, H., D. Cerda y J. Mira. 2007. Milk production and composition of Merino, Suffolk and Suffolk x Merino ewes. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Argentina.
- Peláez, R. y A. R. Mantecón. 1991. Lactancia artificial de corderos: nutrición y alimentación. *Ovis*. 13:51-71.
- Plonait, H. 1984. Elementos de Analisis Clínico Veterinario. Ed. Acribia. Zaragoza.
- Polizopoulou, Z. S. 2010. Haematological tests in sheep health management. *Small Ruminant Res.* 92:88-91.
- Russell, K. E. y A. J. Roussel. 2007. Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 23(3):403-426.
- Schichowski, C., E. Moors y M. Gaulty. 2008. Effects of weaning lambs in two stages or by abrupt separation on their behavior and growth rate. *J Anim Sci.* 86:220-225.
- Velasco, J. P. 2004. Contribución al estudio del metabolismo mineral y energético en ovejas de alta producción láctea. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

RESPUESTA PRODUCTIVA DE CORDEROS A LA INCLUSIÓN DE CONTENIDO RUMINAL EN LA DIETA

PRODUCTIVE RESPONSE OF LAMBS TO THE INCLUSION OF RUMINAL CONTENT IN THE DIET

Jorge Hernández^{1*}, Gerardo P. Rodríguez¹, Alberto N. Luna¹, Amós Palacios¹, Juan A. Hernández¹

¹Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.

Resumen

El objetivo de estudio fue determinar el efecto de la inclusión de diferente nivel de contenido ruminal deshidratado de bovino (CRB) en dietas integrales para corderos en desarrollo. Se utilizaron 44 corderos cruce Criollo x Black Belly (seis meses de edad; 18 kg de peso vivo) distribuidos en 5 tratamientos, T1 con 0 % de CRB; T2 con 5 % de CRB; T3 con 10 % de CRB; T4 con 15 % de CRB y T5 con 20 % de CRB. Cada tratamiento tuvo 3 repeticiones y cada repetición constó de tres animales alojados en una corraleta. Durante 85 días se ofrecieron, *ad libitum*, dietas isoproteicas e isoenergéticas (17.1 % de PC y 2.65 Mcal de EM/kg). Las variables respuesta fueron ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) y consumo diario de alimento (CDA). Los datos se sometieron a un análisis de varianza, bajo un modelo completamente al azar, el efecto fijo fue el porcentaje de inclusión de contenido ruminal en la dieta, utilizando como covariable el peso inicial y la diferencia entre medias se determinó con la prueba de diferencia mínima significativa. La GDP (192 g), la CA (6.61) y el CDA (1.256 kg), tuvieron un comportamiento similar entre tratamientos ($P>0.05$). Se concluye que el contenido ruminal deshidratado de bovino se puede utilizar, en raciones integrales para corderos en finalización, hasta en un 20 %, sin disminuir la respuesta productiva.

Palabras clave: Finalización en corral, cruce criollo x Black Belly, contenido ruminal bovino.

Introducción

El contenido ruminal de bovino (CRB) es uno de los desperdicios de la industria pecuaria de mayor impacto ambiental, en los últimos años se ha utilizado como material de composta con el propósito de reducir su impacto en el medio ambiente. Este desecho conocido también como ruminaza, es el alimento no digerido por los rumiantes y es un subproducto originado de la matanza (Uicab-Brito y Sandoval, 2003); posee gran cantidad de microorganismos, productos de la fermentación y entre 9 y 13 % de proteína cruda (Acevedo *et al.*, 2008). Las características del CRB lo convierten en un recurso con potencial de uso en la alimentación animal (Domínguez *et al.*, 1996) coadyuvando en la disminución de costos de producción y a la reducción de la contaminación ambiental (Martín, 2009; Domínguez *et al.*, 1996). El ofrecimiento al ganado puede ser en fresco (solo o con melaza), como ensilado, en forma de harina forrajera y en bloques multinutricionales; además, es factible utilizarlo como suplemento en aquellas regiones en las cuales se presentan deficiencias de pasturas naturales. Este subproducto, ya deshidratado, contiene 5.45 ± 2.04 % de humedad, 19.32 ± 5.89 % de cenizas, 14.97 ± 1.44 % de PC, 2.23 ± 1.27 % de extracto etéreo, 20.32 ± 9.01 % de fibra cruda y 42.01 ± 9.43 % de elementos libres de

nitrógeno (Domínguez *et al.*, 1996). Existen estudios en los que se ha determinado la respuesta productiva de corderos al incluir contenido ruminal fresco en la dieta a 0, 20 y 40 % (Domínguez *et al.*, 1996) y observaron promedios similares ($P > 0.5$) en GDP (209 g), CA (6.461) y CMS (1.350 kg). Los mismos autores realizaron otro experimento con borregas evaluando el CR a 0, 20 y 40 %, y encontraron promedios similares ($P > 0.05$) para GDP (153.5 g), CMS (1.083 kg) y CA (7.069). A pesar de que, en ambos experimentos, no se detectó diferencia estadística ($P > 0.05$), los autores observaron una tendencia a disminuir el promedio de ganancia de peso en la medida que el porcentaje de CRB en la dieta aumentó. Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta productiva de corderos finalizados en corral y alimentados con diferente nivel de contenido ruminal deshidratado de bovino.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo entre los meses de enero y abril de 2012, en el municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca (17°04'04" latitud Norte 96°43'12" longitud Oeste, 1560 msnm, temperatura promedio de 22 °C, y abundantes lluvias en verano). Se estableció un diseño completamente al azar utilizando 44 corderos cruce Criollo x Black Belly (seis meses de edad; 18 kg de peso vivo) distribuidos en 5 tratamientos, el efecto fijo fue el porcentaje de CRB deshidratado en las raciones integrales (T1: 0 % de CRB; T2: 5 % de CRB; T3: 10 % de CRB; T4: 15 % de CRB y T5: 20 % de CRB). Cada tratamiento tuvo 3 repeticiones y cada repetición constó de tres animales alojados en una corraleta. Al inicio del experimento los corderos se pesaron, desparasitaron (Ivermectina 200 mg/kg de peso vivo), vitaminaron (A, D y E, vía intramuscular) y vacunaron (*Clostridium* y *Mannheimia haemolytica* A-1). El contenido ruminal se obtuvo de bovinos sacrificados en un rastro ubicado en los Valles Centrales de Oaxaca; fue deshidratado al sol durante 72 h y se molió para reducir el tamaño de partícula a 0.5 cm. Diariamente y durante 85 días, se ofreció *ad libitum*, dietas isoproteicas e isoenergéticas (16.7 % de PC y 2.9 Mcal de EM/kg) elaboradas con granza de maíz, harina de alfalfa, pollinaza, granos secos de destilería, pasta de soya, CRB deshidratado, sal común y premezcla mineral. El CRB deshidratado se incluyó en niveles de 0, 5, 10, 15 y 20 % (Cuadro 1). Las variables medidas fueron consumo diario de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA). A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de la varianza bajo un modelo completamente al azar, el efecto fijo fue el nivel de inclusión de contenido ruminal en la ración, se consideró como covariable el peso inicial y la comparación de medias se realizó con la prueba de diferencia mínima significativa.

Resultados y Discusión

Los promedios de GDP (192.6 g), CDA (1.256 kg) y CA (6.61), fueron similares ($P > 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 2). Al respecto Ruiz *et al.* (2003), registraron promedios de GDP, CA y consumo de alimento de 59 g, 1.38 kg y 23.68 kg, respectivamente; al alimentar corderas Pelibuey (18 meses de edad y 30 kg de PV) con 35 % de CR fresco, 15 % de melaza y 50 % de heno de alfalfa. Por su parte Domínguez *et al.* (1996) alimentaron corderos Pelibuey con 0 %, 20– 40 % y 40 % de contenido ruminal fresco en la ración; los promedios de GDP (209 g), CA (6.4) y CMS (1.350 kg) fueron similares entre tratamientos; dichos promedios son menores a los obtenidos en la presente investigación. Los resultados obtenidos en el estudio indican que el contenido ruminal deshidratado de bovino puede ser incluido hasta en 20 % en las dietas integrales para corderas en desarrollo, sin modificaciones en la respuesta productiva; de hecho los

parámetros obtenidos se encuentran dentro del rango de los promedios encontrados en corderos alimentadas con raciones convencionales. En este sentido Wildeus *et al.* (2005) alimentaron a corderas Katahdin (63 ± 3 días de edad y 24.7 kg de PV) a base de pastoreo (*Festuca arundinacea* Schreb.) y suplementadas con 0.75 y 1.5 % en relación a su peso vivo, los autores observaron una respuesta similar en GDP (72 g y 83 g para 0.75 y 1.5 %, respectivamente), en ambos tratamientos. En otro estudio (Wildeus *et al.*, 2007), refieren promedios de GDP de 131 g en corderas Katahdin alimentadas con forraje (*Medicago sativa* L.).

Conclusión

Es posible utilizar hasta 20 % de contenido ruminal de bovino deshidratado en dietas integrales para corderos finalizados en corral, sin disminuir la respuesta productiva; con ello se ayuda a reducir la contaminación ambiental y los costos por alimentación.

Cuadro 1. Composición, en materia seca, de la ración utilizada en la alimentación de corderos finalizados en corral.

Ingrediente (%)	Nivel de contenido ruminal deshidratado (%)				
	0	5	10	15	20
Granza de maíz	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0
Harina de alfalfa	20.0	15.0	10.0	5.0	0.0
Granos secos de destilería	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
Contenido ruminal	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0
Pasta de soya	9.0	9.2	9.4	9.6	9.7
Pollinaza	10	9.8	9.4	9.6	9.3
Premezcla mineral	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Sal común	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Composición nutricional					
PC, %	17.11	17.11	17.12	17.12	17.10
EM, Mcal/kg MS	2.66	2.66	2.65	2.64	2.64
FC, %	8.66	8.66	8.65	8.65	8.65
Costo ración (\$/kg)	3.109	3.043	2.978	2.912	2.842

PC=Proteína cruda, FC=Fibra cruda, Mcal de EM/kg= Mega calorías de energía metabolizable por kilogramo.

Cuadro 2. Respuesta productiva de corderos finalizados en corral alimentados con contenido ruminal deshidratado de bovino.

Variables	Nivel de contenido ruminal deshidratado				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
Peso vivo inicial, (kg)	18.39	18.33	18.38	18.39	18.33
Peso vivo final (kg)	35.8±2.02	34.4±2.02	33.6±2.05	35.6±2.02	34.3±2.02
Ganancia diaria de peso (g)	184±0.014	192±0.014	189±0.015	209±0.014	189±0.014
Consumo (kg de MS)	1.25±0.039	1.27±0.039	1.25±0.044	1.20±0.039	1.31±0.039
Conversión alimenticia	6.83±0.58	6.88±0.58	6.65±0.65	5.77±0.58	6.93±0.58

^{abc}Letras distintas en hileras indican diferencia estadística (P<0.05).

Literatura Citada

- Acevedo, D., Buitrago L. F., Villegas V., Cerón J. M. 2008. Evaluación del contenido ruminal como suplemento alimenticio para el consumo de ganado bovino ensilándolo con *Lactobacillus casei*. Cuadernos de investigación. Escuela de ingeniería departamento de ingeniería en procesos. Universidad EAFIT. Documento 71-032009 p. 16-24.
- Domínguez, C. E., Barajas C. R., Flores A. L., Avilés M. J. 1996. Efecto de nivel variable vs constante de contenido ruminal en dietas de ovinos sobre la ganancia de peso. Memorias del VII congreso nacional de producción ovina. AMTEO, UNAM, Toluca, México. p. 81-83.
- Martin, P. C., 2009. El uso de residuales agroindustriales en la alimentación animal en cuba: pasado, presente y futuro. Avances en investigación agropecuaria. 13(3): 3-13.
- Uicab-Brito, L. A., y Sandoval C. C. A. 2003. Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta. Tropical and subtropical agroecosystems. 2:45-63.
- Ruiz, Z. F., Hernández RE., Peña OJR Gutiérrez BH Fuentes RJM. 2003. Efecto de la melaza mezclada con contenido ruminal de bovino alimentando a ovejas Pelibuey. En memorias del XXVII Congreso nacional de buiatría. Tabasco México 12-14 de junio.
- Wildeus, S., Turner K. E., y Collins J. R. 2005. Growth performance of Barbados Blackbelly, Katahdin and St. Croix hair sheep lambs fed pasture-or hay-based diets. Sheep & Goat research journal. 20:37-41.
- Wildeus, S., Turner K. E., y Collins J. R. 2007. Growth, intake, diet digestibility, and nitrogen use in three hair sheep fed alfalfa hay. Small ruminant research 69:221-227.

“CARACTERIZACIÓN DE NIVELES DE VITAMINA E Y COLESTEROL TOTAL EN CARNE DE BORREGO PRODUCIDA EN EL SUR DE SONORA UTILIZANDO CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA RESOLUCIÓN (HPLC)”

CHARACTERIZATION OF VITAMIN E AND TOTAL CHOLESTEROL LEVELS IN MEAT OF LAMB PRODUCED IN THE SOUTH OF SONORA STATE, MÉXICO BY HPLC

Maria Isabel Cruz¹, Jaime López-Cervantes², Ramón Molina-Barrios¹, Fernando Rivera¹, Javier Munguía-Xóchihua¹ y Juan Francisco Hernández-Chávez¹

¹Departamento de Ciencias Veterinarias y Agronómicas. ²Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias del Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón Sonora, México. Av. Antonio Caso s/n. Villaltson. Cd. Obregón, Sonora. Correspondencia del autor email: juan.hernandez@itson.edu.mx

Resumen

La carne de borrego es una fuente importante de proteína de origen animal. El alto contenido de colesterol de algunas especies cárnicas, ha sido asociado en diversos artículos científicos con enfermedades degenerativas y cardiovasculares. Actualmente no existe estudios específicos que caracterice la carne de borrego de Sonora en las concentraciones presentes de vitamina E y Colesterol en la carne de borrego. El uso de técnicas analíticas en la determinación de indicadores de calidad y de salud en la carne, es de suma importancia en los análisis rutinarios de los alimentos. El objetivo de este experimento fue caracterizar los niveles de colesterol y vitamina E de la carne de borrego producidos en el sur de Sonora utilizando técnicas analíticas como la cromatografía de líquido de alto resolución (HPLC). Se tomaron 15 muestras cárnicas del músculo *lumborum* de borregos de raza criolla de 35 a 40 kg de peso vivo producidos en sistema estabulado a base de maíz rolado. Las muestras fueron liofilizadas para sus estudios. La granja y los animales, previo a su sacrificio, fueron tomados en forma aleatoria. Concentraciones de α -tocoferol y colesterol total fueron determinadas usando la HPLC. Los resultados demuestran que las 15 muestras tuvieron una concentración de 2.3 ± 1.06 mg/ml de α -tocoferol para 100 grs de carne y 135.62 ± 31.4 mg/ml de colesterol en 100 grs de carne. La caracterización de estos analitos, provee al consumidor la información necesaria para decidir la compra, confiriéndole al producto un alto valor agregado.

Palabras claves: HPLC, colesterol, vitamina E, Calidad, Borregos

Introducción

La calidad de la carne de ovino, está dentro de los estándares a nivel mundial, por sus atributos de los cuales destacan: la terneza, inocuidad de sus grasas y sabor. Existen ciertos ácidos grasos que son necesarios para funciones vitales y deben ser aportados con la dieta, para prevenir enfermedades cardiovasculares; siendo recomendable la ingesta de carnes con: altos valores de AGPI (ácidos grasos poli-insaturados): AGS (ácidos grasos saturados); omega-3 y el ácido

linolénico conjugado (CLA) (Cañeque *et al.*, 2005; McAfee *et al.*, 2010). El α -tocoferol o vitamina E son de suma importancia para las funciones musculares y reproductivas del organismo, así como un antioxidante necesario para el buen funcionamiento del mismo. El colesterol es un precursor de sales biliares, ayuda en la formación de las membranas necesarias para la protección de órganos, interviene en la síntesis de las hormonas sexuales y precursor de la vitamina D. La evaluación de la ingesta de colesterol en la dieta, es de interés creciente de los consumidores de carne de ovinos ya que este está íntimamente relacionado con enfermedades degenerativas cardiovasculares y problemas metabólicos en el organismo. La carne provee un tercio de la ingesta de colesterol dietario recomendado (50-100 mg; OMS, 2012). Estudios epidemiológicos y clínicos han sugerido que la ingesta de colesterol directamente se asocia a un riesgo mayor de obesidad e hipercolesterolemia, condiciones que predisponen a varias enfermedades crónicas del sistema circulatorio. Además, los productos de oxidación de colesterol en el alimento, pueden tener efectos mutágenos, cancerígenos y propiedades citotóxicas. Esto dependerá de la ingesta de colesterol por el consumo de carnes rojas. Ambos, α -tocoferol, y colesterol, están entre los componentes alimentarios de significancia médica como indicador de salud y cada vez se requieren análisis rutinarios especializados para su determinación (Mestre Prates *et al.*, 2006; Werdi Pratiwi *et al.*, 2006).

En este sentido, la ovinocultura se enfrenta a una gran competencia con la carne de bovino que ha absorbido el mercado no solo nacional sino internacional, pero se busca fortalecer las virtudes de magrez y aportes nutricionales de la carne ovina, a través de la generación de la Indicación Geográfica Protegida (IGP), denominación de origen y la creación de marcas. Los protocolos analíticos para el estudio en grasa y carne, junto a la selección genética, darán como resultado que la producción de ovinos en la región mejore y presente un valor agregado que favorezca a los productores de la región. El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar los niveles de colesterol y vitamina E de la carne de borrego producido en el sur de Sonora utilizando técnicas analíticas como el HPLC.

Materiales y Métodos

Los análisis de la presente investigación se llevaron a cabo en las instalaciones del Centro de Investigación e Innovación en Biotecnología, Agropecuaria y Ambiental (CIIBAA) del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Se tomaron 15 muestras de carne de borrego criollos producidos en la región sur de Sonora, principalmente de los fenotipos de las razas Pelibuey, Blackbelly, Dorper y Katahadin, provenientes de sistemas intensivos alimentados con dietas balanceadas a base de maíz rolo. Estos animales fueron sacrificados en el rastro municipal. Los animales fueron sacrificados después de 12 horas de ayuno, a un peso vivo entre 35 a 40 kg. Las muestras fueron tomadas del músculo *lumborum*. Estas muestras fueron tomadas de 18 a 24 hrs después del sacrificio, se almacenaron a temperatura de congelamiento para su posterior análisis (2005; NMX-FF-106-SCFI-2006). Se analizaron por triplicado. La selección de la granja y toma de muestras cárnicas se hizo en un diseño completamente al azar. Se utilizaron reactivos y solventes grados HPLC de diversos laboratorios. Las soluciones de estándares de α -tocoferol y colesterol (0.5 mg/ml y 2.5 mg/ml, respectivamente), fueron adquiridos en los laboratorios

SIGMA (St. Louis, MO, USA). Se prepararon en metanol del 100 % y almacenadas a -10 °C alejados de la luz

Para la saponificación y extracción de las muestras cárnicas, se utilizó la metodología reportada por López-Cervantes *et al.* (2006) para la cuantificación simultánea de colesterol total y α -tocoferoles. Para la determinación y cuantificación de ambos analitos por HPLC, se empleó la técnica descrita por Mestre Prates *et al.* (2006), en corridas triplicadas para cada muestra que son comparadas con la curva del estándar externo. Las variables que se consideraron para la determinación y cuantificación de los analitos fueron tiempo de migración, área bajo la curva y altura del pico. Las concentraciones de analito en muestras fueron estimadas sobre la base de áreas máximas. El equipo de estudio analizó las muestras por triplicado. Los resultados obtenidos se analizaron utilizando estadísticas descriptivas considerando media y desviación estándar para cada analito. Esto se llevo acabo utilizando el programa Microsoft Excel.

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se observan los resultados de las 15 muestras en cuanto al contenido de colesterol y vitamina E expresados en mg/mml por cada 100 grs de carne de borrego, donde se observa que el comportamiento promedio de la vitamina E fue de 2.30 mg y de colesterol de 135.62 mg. Estos últimos datos, son considerados altos con respecto a los reportados por Mestre Prates *et al.* (2006) y Werdi Pratiwi *et al.* (2006), en donde mencionan que el efecto de la alimentación de estos animales, fue directamente proporcional a la cantidad de colesterol presente en la carne. En este estudio no se evaluó el efecto de la dieta. Los niveles de α -tocoferoles estuvieron dentro de lo normal concordando con los reportado por Mestre Prates *et al.* (2006). En la Figura 1 se observa un cromatograma típico donde se observan los resultados promedios de las 15 muestras cárnicas analizadas en este estudio, donde se observa un resultado promedio de 2.3 mg/ml de vitamina E en un tiempo de retención de 8.8 minutos y 135.62 mg/ml de colesterol con un tiempo de retención de 15.02 minutos. La cantidad de vitamina E que necesita los consumidores de carne por día, depende de su edad. Las cantidades promedio diarias de vitamina E, para una persona adulta es de 15 mg y 22.4 unidades internacionales (UI). Los resultados concuerdan que la carne de borrego contiene mínimas cantidades de vitamina E, que debe de ser complementada con otros alimentos para tener la cantidad mínima recomendada (OMS, 2012). Las dosis máximas recomendadas para niños son más bajas. Algunos estudios recientes indican que el consumo de vitamina E por debajo de estas dosis máximas podría aumentar el riesgo de cáncer de próstata. Además, la vitamina E podría aumentar el riesgo de muerte en ciertos adultos con enfermedades crónicas, aunque al parecer este no es el caso de las personas sanas (Mestre Patres *et al.*, 2006). En cuanto al colesterol, previos estudios indican que el contenido de colesterol del músculo, incrementa con la edad y peso al sacrificio (Chizzolini *et al.*, 1999; Arsenos *et al.*, 2000; Madruga *et al.*, 2001; Mestre Patres *et al.*, 2006). Los resultados obtenidos no concuerdan con diversos autores, que consideraron los músculos del lomo de los borregos para la determinación de colesterol, ya que al ser mas magra la carne de esta región anatómica, no debe de contener niveles altos, como ocurrió en este estudio donde presentaron niveles de colesterol por arriba de 177 mg/ml.

Conclusiones

Estos datos presentan una tendencia a concentraciones altas de colesterol para carne de cordero, ligeramente altos con respecto a otras carnes de abasto como la de res y cerdo. Los niveles encontrados de vitamina E son adecuados dentro de la ingesta diaria requerida, aunque esta se encuentra en forma natural en la carne en pequeñas concentraciones. Para aumentarlas es necesario administrar suplementos de altas cantidades de vitamina E en los alimentos de los ovinos. Es recomendable asociar el tipo de dieta para correlacionar los niveles de vitamina E y colesterol, en la carne de borrego. Por su parte el método empleado en el análisis de estos analitos, demostró rapidez y fácil manejo además de ser conveniente y económico en los análisis de rutina para la caracterización de los alimentos. La producción del borrego en el sur de Sonora, puede ser caracterizada mediante este tipo de análisis que le confieran al producto un alto valor agregado con la factibilidad de darle a la carne de borrego del sur de Sonora, un indicador geográfico protegido.

Literatura Citada

- Arsenos, G., Zygojannis, D., Kufidis, D., Katsaounis, N. and C. Stamatarisb. 2000. The effect of breed slaughter weight and nutritional management on cholesterol content of lamb carcasses. *Small Ruminant Research* (36), 275-283.
- Cañeque, V., M. DÍaz, I. Álvarez, S. Lauzurica, C. Pérez, and J. De la Fuente, 2005. The influences of carcass weight and depot on the fatty acid composition of fats of suckling Manchego lambs. *Meat Science* (70), 373-379.
- Chizzolini, R., E. Zanardi, V. Dorigoni, and S. Ghidini. 1999. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. *Rev. Trends Food Sci. Technol.* 10 119-128.
- López-Cervantes, J., D.I. Sánchez-Machado, and N.J. Ríos-Vázquez. 2006. High-performance liquid chromatography method for the simultaneous quantification of retinol, α -tocopherol, and cholesterol in shrimp waste hydrolysate. *Journal of Chromatography A*, 1105 135-139.
- McAfee, A., E. McSorley, G. Cuskelly, B. Moss, J. Wallace, and M. Bonham. 2010. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science* 84 1-13.
- Mestre Prates, J.A., M.A. Goncalves, R. J. Branquinho, C.M.G. Andrade Fontes, M.P. Cristina, M. Alfaia. 2006. Simultaneous HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and b-carotene in Barrosa~PDO veal. *Food Chemistry* 94 469-477.
- Madrugá, M.S., Narain, N., Souza, J.G., Costa, R.G., 2001. Castration and slaughter age effects on fat components of "Mestizo" goat meat. *Small Rumin. Res.* 42 77-82.
- NMX-FF-106-SCFI-2006. (2006). Norma Oficial Mexicana Productos pecuarios - Carne de ovino en canal - Clasificación. *Diario Oficial de la Federación*.
- OMS. 2012. Organización mundial de la Salud. <http://www.who.int/es/> (fecha de acceso: Julio 12 del 2012).
- Wardi Pratiwi, N.W, Murray P.J. and D.G. Taylor. 2006. Total cholesterol concentrations of the muscles in castrated Boer goats. *Small Ruminant Research* 64 77-81.

Cuadro 1. Contenido de α -tocoferol y colesterol (mg/ml por cada 100 grs de carne MS) de fracción lipídica de carne liofilizada de borrego

muestra	[] Vitamina E	[] Colesterol
1	1.46	153.84
2	3.47	89.74
3	1.28	73.66
4	1.64	151.30
5	1.37	176.96
6	1.03	116.49
7	2.29	153.90
8	1.31	135.82
9	1.77	116.89
10	2.67	102.73
11	4.39	135.60
12	3.85	128.72
13	2.78	147.13
14	1.90	177.93
15	3.31	173.68
Promedio	2.30	135.62
Desviación estándar	1.06	31.38

(n=3)
MS= Materia seca

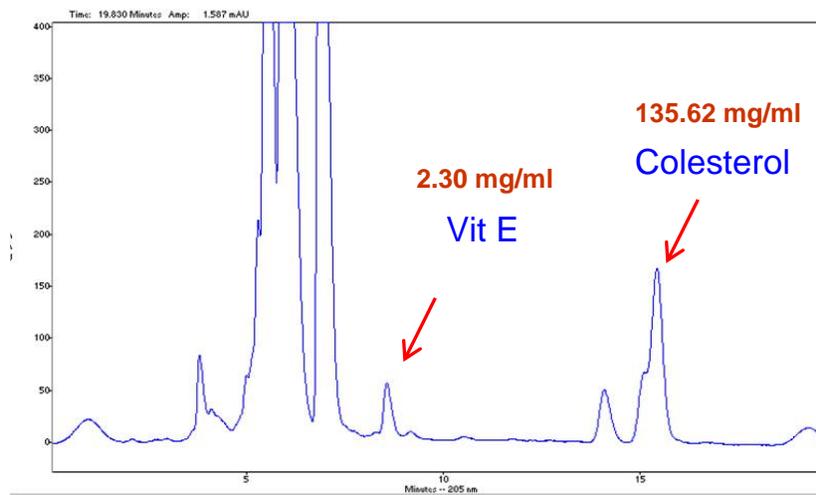


Figura 1. Cromatograma típico mostrando el perfil de vitamina E y colesterol en carne liofilizada de ovino por HPLC (C18, detector de fluorescencia 280 y 360nm, flujo de elución de 1.0 ml/minl. Volumen de inyección de 20 μ l. Fase móvil: mezcla de acetonitrilo:metanol (50:50; v/v).

DISTRIBUCIÓN DE CELOS EN OVEJAS DE PELO APAREADAS DE NOVIEMBRE A DICIEMBRE CON EMPADRE DIRIGIDO EN EL NORTE DE MÉXICO

ESTRUS DISTRIBUTION IN HAIR EWES MATED FROM NOVEMBER TO DECEMBER WITH CONTROLLED MATED IN THE NORTH OF MEXICO

Esaúl Jaramillo¹, Ezequiel Rubio¹, Mateo Itza¹, Rogelio Plasencia² y Aníbal Martínez²

¹ Departamento de Ciencias Veterinarias-UACJ

² Estudiantes del Programa de Ciencias Veterinarias de la UACJ

Resumen

Para determinar la distribución de celos después de la introducción de los sementales, así como el efecto del peso y condición corporal sobre el celo en ovejas de pelo en el norte de México, se realizó un empadre dirigido en el Rancho el Pénsil, localizado a 30° 37' de latitud norte. Se utilizaron 216 ovejas adultas de pelo, de una edad de 2.47 ± 0.168 años, con un peso promedio de 32.07 ± 0.417 kg y una condición corporal (CC) de 3.26 ± 0.047 , en una escala de 1 a 5. Se alimentaron ocho horas diarias en una pradera combinada de pasto bermuda con alfalfa. Se utilizaron 9 sementales de las razas Kathadín, Pelibuey y Panza negra, tres de cada raza. El empadre dirigido se inicio el 19 de noviembre de 2011 y termino el 16 de diciembre. La información obtenida se analizó con estadística descriptiva, se determino el número de ovejas en celo por día, porcentaje de celos de acuerdo el peso y CC. Aproximadamente, el 41% de las ovejas presentaron celo entre los días 6 al 11. El 52% de los celos se registro en las ovejas que pesaron entre los 30 y 40 kg. El mayor porcentaje de celos se presento en las ovejas con CC 3, 3.5 y 4. Además, todas las ovejas entraron en celo a los 18 días, el mayor porcentaje de celos se registro en las ovejas que pesaron entre 30 y 40 kg y CC de 3 a 3.5.

Palabras claves: ovejas de pelo, empadre, condición corporal, celo, peso corporal

Introducción

Las ovejas son poliéstricas estacionales, es decir presentan celos en una época definida del año, hay diferencias raciales. En las ovejas Suffolk y Corriedale los meses con mayor porcentaje de celos correspondieron a los de otoño y principios de invierno, en contraste las ovejas Rambouillet y Criollas presentan celos durante todo el año (De Lucas *et al.*, 1997). Las oveja Pelibuey en condiciones tropicales, son poliéstricas continuas, presentan celos durante todo el año (Cruz *et al.*, 1994). Para que una oveja presente celo requiere de un estado nutricional adecuado, el cual se refleja en la condición corporal (CC).

El sistema de clasificación de la CC que se emplea comúnmente en ovejas, tiene un rango de 1 a 5, el 1 corresponde a ovejas extremadamente flacas y el 5 ovejas obesas (Pugh, 2002).

Una buena CC es necesaria para una optima tasa ovulatoria y también para construir las reservas corporales que la oveja empleará durante la gestación y lactación, la CC ideal para que una oveja alcance la máxima eficiencia reproductiva es de 3 a 3.5 (Henderson, 1994).

Otro factor que afecta la presentación de celos en ovejas es el peso, en ovejas de lana de las razas Targhee, Columbia, Rambouillet y Polipay, se demostró que la tasa de fertilidad fue afectada por

el peso al momento del apareamiento, la fertilidad fue mayor en la ovejas que se aparearon con un mayor peso (Gaskins *et al.*, 2005).

Mucha de la información generada en México en el área de reproducción en ovejas de pelo se ha obtenido en condiciones tropicales, por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del peso y CC en la presentación de celos después de la introducción de los sementales en ovejas de pelo en el norte de México.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en una unidad de producción particular (Rancho el Pénsil) ubicado en el km 100 de la carretera Juárez-Ciudad Ahumada, en la estación Lucero, a una altura de 1,300 msn, localizado a 30° 37' de latitud norte, con temperaturas máximas de 40°C en verano y -10°C en invierno, el clima es árido (INEGI, 2010).

Se utilizaron 216 ovejas adultas de pelo, identificadas con aretes de plástico, de una edad de 2.47 ± 0.168 años, con un peso promedio de 32.07 ± 0.42 kg y una CC de 3.26 ± 0.05 , de una escala de 1 a 5. Se alimentaron en pastoreo, ocho horas diarias en una pradera combinada de pasto bermuda con alfalfa.

Se utilizaron tres sementales Kathadin, tres Panza negra y tres Pelibuey, se separaron del rebaño a partir del mes de julio de 2011 y así permanecieron, hasta el día en que se inicio el empadre dirigido.

El empadre dirigido se inicio el 19 de noviembre y termino el 16 de diciembre de 2011. Se realizó de la siguiente manera: Cada día se sacaron tres sementales, uno de cada raza, sujetos con una soga, eran llevados al corral de las ovejas y se les permitía que buscaran a las ovejas en celo, una vez que que la ovejas era detectada, se le permitía darle una monte y después de ser servida se separaba del rebaño, se marcaban con pintura azul en la grupa, se anotaba el número de identificación, CC, edad y peso, fecha de monta, así como el número y raza de semental.

La información obtenida se analizó con estadística descriptiva, se determino el número de ovejas en celo por día, porcentaje de celos de acuerdo al peso y CC.

Resultados y Discusión

En la Figura 1, se presenta la distribución de celos de acuerdo a los días en que se introdujeron los sementales, el máximo número de ovejas en celo se registró el día 7 con 31, seguido del día 11 con 20, el día 10 con 19 y el 8 con 18, aproximadamente el 41% de las ovejas presentan celo entre los días 6 al 11 después de la introducción de los sementales.

Los resultados del presente estudio son similares a los reportados por (De Lucas *et al.*, 2008) quienes reportaron para ovejas Columbia apareadas en noviembre, el 91.5% presento celo en los primeros 18 días en el primer año y en el segundo año fue del 85.8%. En esta investigación el 100% de las ovejas presento celos en los primeros 18 días.

Perkins y Fitzgerald (1994), reportaron que la ovulación en ovejas Targhee y Rambouillet después de la introducción de los sementales ocurre los días 10.8 ± 1.6 que es similar a la máxima presentación de celos registradas en este trabajo. Sin embargo, (Auskwa *et al.*, 1992) en el mes de junio reportaron que las ovejas ovulan a los 8 ± 0.19 días después de la introducción de los sementales. Esta diferencia puede deberse a la época del año en que se realizó esta investigación.

En la Figura 2, se presenta la distribución de celos de acuerdo al peso, el mayor porcentaje de celos (30.55%) se obtuvo en las ovejas que pesaron entre 30 a 35 kg, seguido por el 25% en las que pesaron entre 25 a 30 kg y el 21.7%, en las que pesaron de 35 a 40 kg, el 52% de los celos se registro en las ovejas que pesaron entre los 30 y 40 kg. Ovejas con pesos inferiores a los 25 kg, solamente el 13% presento celos y en aquellas con pesos superiores a los 45 kg el 8% presento celos.

Aunque en este trabajo no se evaluó la prolificidad, el número de celos fue mayor en las ovejas que pesaron entre 30 y 40 kg, estos resultados concuerdan con los reportados por (Bradford y Quirke, 1986) en ovejas Barbados y cruza de esta con Targhee, encontraron un coeficiente de correlación entre el peso y la tasa ovulatoria de 0.33 y 0.37. Bunge *et al.*, 1990 en ovejas Rambouillet, demostró que el peso al momento del apareamiento sobre la prolificidad fue positivo en todos los años. Gaskins *et al.*, (2005) en ovejas Targhee, Columbia, Rambouillet y Polipay la fertilidad se afecto por el peso al momento del apareamiento.

Con respecto a la CC, el mayor porcentaje de celos se presento en las ovejas con CC, 3, 3.5 y 4 (31.01%, 25% y 19.90%). Las ovejas que presentaron menor porcentaje de celos correspondieron a las de CC 1, 2 y 5 (0.92%, 3.24% y 0.92%)

Los resultados del presente estudio son muy similares a los reportados por Rosales *et al.*, 2006, quienes reportaron un 88.8% de cabras en celo, así como 88.8% de ovulaciones en el mes de noviembre, con una CC de 3. Pugh (2002) y Henderson (1994), recomiendan que la mejor CC para la reproducción en ovejas deba ser de 3 a 3.5.

Conclusiones

El 100% de las ovejas presentaron celos a los 18 días después de la introducción de los sementales. El mayor porcentaje de celos se registró en las ovejas que pesaron entre 30 y 40 kg. El mayor número de ovejas que presento celo se encontró en una CC de 3 a 3.5.

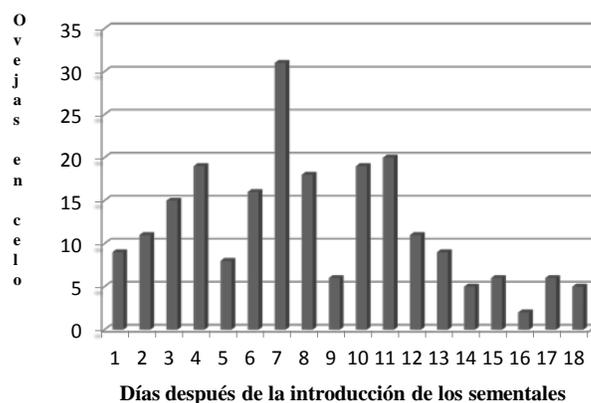


Figura 1. Distribución de celos en ovejas, después de la introducción de los sementales, en un empadre dirigido en el norte de México.

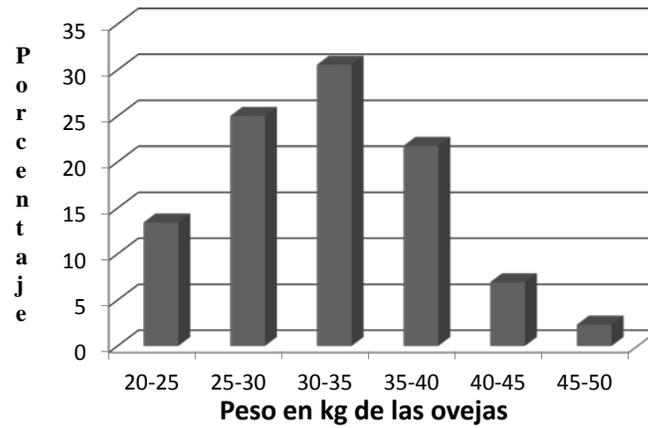


Figura 2. Distribución de celos (%) de acuerdo al peso de las ovejas, en un empadre dirigido en el norte de México.

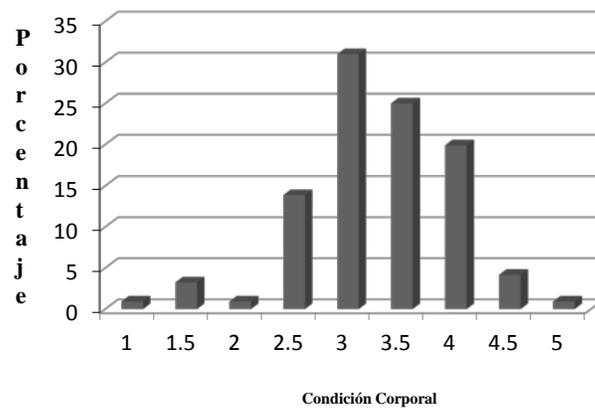


Figura 3. Distribución de celos (%) en ovejas de acuerdo a la CC, en un empadre dirigido en el norte de México.

Literatura Citada

- Auskwa, W.T., G.E. Bradford., G.H. Stabenfeldt., Y.M. Berger., and M.R. Dally. 1992. Ram influence and sexual activity in anestrus ewes: effects of isolation of ewes from rams before joining and date of rams introduction. *Journal of Animal Science* 70:1195-1200.
- Bradford, G.E., and J.F. Quirke. 1986. OVULATION RATE LITTER SIZE OF BARBADOS, TARGHEE AND CROSSBRED EWES. *Journal of Animal Science* 62:905-909.
- Bunge, R. and J.M. Stookey. 1990. Factors affecting productivity of Rambouillet ewes mated to ram lambs. *Journal of Animal Science* 68:2253-2262.
- Cruz, L.C., I. Fernández-Baca, J.A. Alvarez, H.P. Ramírez. 1994. Variaciones estacionales en presentación de ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria de ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Veterinaria México* 25:23-27.
- De Lucas, T.J., E. Padilla, y L. Martínez. 1997. ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA EN OVEJAS DE CINCO RAZAS EN EL ALTIPLANO MEXICANO. *Técnica Pecuaria en México* 35:25-31.
- De Lucas, T.J., L.A. Zarco. y C. Vásquez. 2008. El efecto macho como inductor de la actividad reproductiva en sistemas intensivos de apareamiento en ovinos. *Veterinaria México* 39:117-127.
- Gaskins, C.T., G.D. Snowder, M.K. Westman, and M. Evans. 2005. Influence of body weight, age, and weight gain on fertility and prolificacy in four breeds of ewe lambs. *Journal of Animal Science* 83:1680-1689.
- Henderson, D.C. 1994. *The Veterinary Book for Sheep Farmers*. Wharfedale Road, Ipswich, U.K.: Farming Press Books. 81 p.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2010.
- Perkins, A. and J.A. Fitzgerald. 1994. The behavioral component of the ram effect: the influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in ovulatory ewes. *Journal of Animal Science* 72:51-55.
- Pugh, D.G. 2002. *SHEEP & GOAT MEDICINE*. Philadelphia, PA, USA: Saunders. 40 p.
- Rosales, C.A., J. Urrutía, H. Gámez, M.O. Díaz, B.M. Ramírez. 2006. Influencia del nivel de la alimentación en la actividad reproductiva de cabras criollas durante la estación reproductiva. *Técnica Pecuaria en México* 44:399-406.

INCREMENTAR LA FRECUENCIA DE BAÑOS MITIGA EL ESTRÉS CALÓRICO EN EL GANADO HOLSTEIN EN UN CLIMA SEMIHUMEDO

INCREASING THE SOAKING FREQUENCY ALLEVIATES THE HEAT STRESS IN HOLSTEIN CATTLE UNDER A SEMI-HUMID CLIMATE

José C. Leyva¹, Ricardo Zamorano¹, Diana I. Castelo¹, Fernando Rivera¹, María G. Méndez¹, Abelardo Correa², Leonel Avendaño² y Pablo Luna^{1‡}

¹Instituto Tecnológico de Sonora, ²Universidad Autónoma de Baja California.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la frecuencia de baños durante el verano sobre la producción de leche y marcadores fisiológicos asociados al estrés calórico en vacas Holstein. Durante Mayo a Julio de 2011 las vacas fueron alojadas en corrales con sombra, libre acceso a comedero y bebedero, y asignadas aleatoriamente a dos tratamientos: enfriamiento previo al ordeño (EPO; n=14) y enfriamiento adicional (EA; n=14). La producción de leche (PL) se registró diariamente con sistema electrónico, mientras que la temperatura rectal (TR) y la frecuencia respiratoria (FR) fueron recolectadas dos veces por semana usando termómetro digital y mediante observación visual, respectivamente. Se colectaron las variables climáticas de temperatura ambiental, humedad relativa e índice de temperatura-humedad (ITH) durante el día y la noche. Al final del estudio, en el grupo EPO se observó una reducción en PL (28%), y una elevación en FR (28%) y TR (3%). Un efecto menor se encontró en el grupo EA con una disminución en PL del 16% y un incremento en FR y TR de 12 y 1.8%, respectivamente. Una interacción entre tratamiento y tiempo ($P < 0.05$) se encontró durante el mes de Julio coincidiendo con el incremento en el ITH (> 80 unidades). Se encontraron correlaciones significativamente altas entre PL con FR (-0.97) y TR (-0.95) en ambos tratamientos. Se concluye que incrementar la frecuencia de baños durante el verano mitiga los efectos negativos del estrés calórico en la vaca lechera en climas semi-húmedos del noroeste de México.

Palabras clave: Frecuencia respiratoria, temperatura rectal, enfriamiento, verano.

Introducción

En el noroeste de México, cada verano la eficiencia productiva y fisiológica del ganado lechero es afectado por las condiciones climáticas registradas diariamente (Correa et al., 2009; Leyva et al., 2009). El índice de temperatura-humedad (ITH) es utilizado como indicador indirecto de estrés calórico (Dikmen y Hansen, 2009), pero en ocasiones las particularidades climáticas de una zona geográfica o cambios en la dinámica del clima a través del verano, hacen que una variable por si sola se asocie más con el estatus térmico y productivo de la vaca lechera que el efecto combinado de ambas variables climáticas. La cuenca lechera del valle del Yaqui se ubica en el sur de Sonora, la cual es una zona de moderada a alta humedad relativa debido a la pluviosidad registrada durante el verano (Leyva et al., 2009). Esta situación agrava la condición térmica del ganado, ya que el gradiente de humedad limita los mecanismos de regulación térmica del animal (Berman, 2009). Bajo estas condiciones, el organismo animal responde protegiendo las funciones vitales del calor ambiental extremo y despliega mecanismos fisiológicos que faciliten la eliminación de dicho calor. En base a lo anterior, en el ganado bovino manejado bajo condiciones

semi-húmedas es necesario asegurar el confort de la vaca lechera y de su nivel productivo, a través de estrategias de manejo como el enfriamiento más ventilación forzada.

Materiales y Métodos

Descripción del lugar y de los animales:

El estudio fue realizado en la Posta Lechera del Centro de Investigación 910 del ITSON ubicado en el block 910 del valle del Yaqui, Sonora, México (N: 27°21' O: 109°54'). Se utilizaron 28 vacas Holstein multíparas con ~150 días en leche y condición corporal de ~3.5. Las vacas fueron alimentadas dos veces al día con la misma ración (75% de heno de alfalfa, 25% de silo de maíz, más un concentrado energético con vitaminas y minerales de acuerdo a su nivel de producción) y acceso libre al agua. Como manejo tradicional, las vacas recibieron un programa comercial de somatotropina bovina a intervalos de 14 días durante la lactancia.

Tratamientos:

Las vacas fueron asignadas aleatoriamente a dos grupos, uno enfriado sólo previo a la ordeña (EPO; n=14) a las 0700 y 1700, y el otro con enfriamiento adicional (EA; n=14) cada 2 horas desde las 0700 hasta las 1700 durante los meses de Mayo, Junio y Julio de 2011. El programa de enfriamiento consistió en 4 series de baños (5 min) alternado con flujo de aire suplementario con 10 minutos de ventilación forzada (11,000 CFU). El sistema de enfriamiento estaba integrado por 16 regaderas (gasto de ~15L por vaca/serie) y tres abanicos eléctricos de ½ HP colocados a 2.73 m del piso. Ambos grupos recibían sombra (8.5 m²/vaca) en los corrales de alojamiento.

Colecta de datos:

La producción de leche (PL) se registró diariamente utilizando un sistema electrónico (Metratron 21, Westfalia-Surge®). La frecuencia respiratoria (FR) se evaluó dos veces por semana contando los movimientos costales de manera visual (Brouk et al., 2004). La temperatura rectal (TR) se recolectó dos veces por semana con un termómetro rectal digital (Berman, 2010). Los registros horarios de temperatura ambiental (TA) y humedad relativa (HR) fueron colectados de una estación climática automática ubicada a ~500 m del sitio experimental, y dichos datos fueron utilizados para calcular el índice temperatura-humedad (ITH) utilizando la fórmula: $ITH = (0.8 \times T^{\circ}C) + [(RH/100) \times (T^{\circ}C - 14.4)] + 46.4$ descrita por Mader (2006). Los datos fueron agrupados por horario del día (D= 900 a 1700 h) y la noche (N= 1800 a 0400 h). Las variables fisiológicas, productivas y climáticas son presentadas por meses (Mayo, Junio y Julio).

Análisis estadístico:

Las mediciones repetidas de PL, FR y TR fueron analizadas con el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (SAS Institute, Cary, NC). El modelo mixto incluyó los efectos fijos del tratamiento, tiempo, y la interacción de tratamiento por tiempo, así como el efecto aleatorio de la vaca. Una estructura de covarianza auto-regresiva y tiempo fueron incluidas en las mediciones repetidas. La comparación de medias se realizó con la opción PDIF en SAS.

Resultados y Discusión

El Cuadro 1., presenta las condiciones climáticas registradas durante el estudio donde se observa que en promedio la TA diurna y TA nocturna superaron la zona de confort (5 a 15°C) y el umbral térmico máximo (25°C) para la raza Holstein (Hanh, 1999) durante los meses de Junio y Julio. El ITH indicó condiciones de estrés calórico (EC) de ligero a moderado en los meses de Abril y Mayo, y de moderado a severo durante el mes de Julio, de acuerdo con la escala descrita por Burgos y Collier (2011).

Los valores promedio por tratamiento para PL y las variables fisiológicas de FR y TR se describen en el Cuadro 2. La PL mostró una reducción del 28 y del 16% para los tratamientos EPO y EA, respectivamente, desde el inicio al final del tratamiento. Por el contrario, la FR mostró un incremento del 28 y 12% para los tratamientos EPO y EA; la misma tendencia se observó en la TR con un incremento del 3 y 1.6% para los grupos EPO y EA, respectivamente. El análisis de muestras repetidas detectó una interacción entre tratamiento y tiempo ($P<0.05$) durante el mes de Julio para las 3 variables antes mencionadas. Lo anterior indica que durante los meses de Abril y Junio, las variables de PL, FR y TR, aún cuando fueron cambiando por las condiciones climáticas, no difirieron entre tratamientos. Sin embargo, estas tres variables mostraron diferencia ($P<0.05$) durante el mes de Julio, lo cual coincide con el período en el cual el ITH superó la barrera de las 80 unidades, lo que indica la presencia de estrés calórico de moderado a severo, ya que durante este mes la temperatura más alta alcanzó los 35.5°C y el 37% de humedad.

En promedio, una mayor FR y TR fueron registradas en el grupo de EPO (70.5 resp/min; 38.4°C) respecto al EA (66.6 resp/min; 38.2°C), lo cual se atribuye a que el efecto ambiental fue más adverso para el grupo EPO. A una temperatura de 38.6°C, Ominski *et al.* (2002) observaron una FR de 87 resp/min en vacas Holstein. Según datos reportados por Berman (2010), con una TA de 38°C y 47% de HR, la aplicación de 5 ciclos de baño y ventilación, no se observaron cambios en la TR (38.9°C) de vacas Holstein pero sí disminuyó (38.4°C) hasta el 7mo ciclo, sin observar mejoría con 8 o 10 ciclos (Berman, 2010). Mojando al animal por 5 minutos y combinándolo con 9.5 a 12.8 km/h de ventilación reduce en 50% la FR (Brouk *et al.*, 2004).

La mitigación del estrés calórico por el EA favoreció el desempeño productivo en los animales, observándose una diferencia ($P<0.05$) de 1.0 kg/vaca/d respecto al EPO (22.6 vs 21.6 kg de leche por día, respectivamente). Strickland *et al.* (1989) observaron una superioridad de 0.8 kg/d por vaca al usar baños y ventilación forzada en la sala de espera en un ambiente de alta humedad. En el sur de Sonora, se reportó un beneficio de 1.79 kg/vaca/d al utilizar enfriamiento automatizado (echaderos individuales) durante el verano (Leyva *et al.*, 2009). El efecto positivo del EA sobre la PL es más evidente ($P<0.05$) en el mes de Julio, donde los animales de ambos tratamientos experimentan un proceso de transición hacia un nivel de EC más fuerte en el día (de EC moderado a severo) y la noche (sin EC a EC ligero). Lo anterior es corroborado por el aumento en los indicadores fisiológicos de EC en el EPO, mientras que el EA tiene un efecto atenuante sobre la FR y TR. Esto permitió una estabilidad y superioridad ($P<0.05$) en la PL del EA respecto al EPO, que debido a la extensión del estudio el beneficio no fue evidenciado.

Un factor crítico es la HR diurna, la cual alcanzó 33% de saturación, sin embargo, debido a la extensión del estudio no fue posible observar el nivel de HR que se alcanza en esta zona, sin embargo, Leyva *et al.* (2009) han reportado niveles de HR que superan el 45% en Agosto y Septiembre en el sur de Sonora. Berman (2006) señala que en verano, a partir de una HR de 45%,

la eficiencia de las vías respiratorias para eliminar calor se reduce, y a partir del 55% de HR sucede lo mismo con la eficacia del enfriamiento evaporativo.

De acuerdo con el estudio de correlaciones realizado en el presente estudio (Cuadro 3), la PL mostró un alto grado de asociación con los indicadores fisiológicos de FR (-0.97) y TR (-0.95) en ambos tratamientos. La HR diurna fue la variable climática que se correlacionó en mayor medida con PL (EPO: $r = -0.95$ y EA: $r = -0.82$; $P < 0.05$), FR (EPO: $r = 0.98$ y EA: $r = 0.86$; $P < 0.001$) y TR (EPO: $r = 0.95$ y EA: $r = 0.86$; $P < 0.05$). En el sur de Sonora Leyva et al. (2009) también determinaron una correlación negativa entre producción de leche y la HR diurna. Otro punto que hay que señalar es que aún cuando la diferencia entre tratamientos es significativa, no es muy amplia numéricamente, ya que el EPO también recibía enfriamiento y somatotropina bovina, lo que probablemente evitó mayores efectos por el EC. El gasto de agua en los baños y mover a los animales hacia la zona de enfriamiento durante el día, serían aspectos a considerar al incrementar la frecuencia de baños en el ganado.

Conclusiones

El estrés calórico en la vaca lechera puede ser detectado durante el verano a través del incremento consistente en la frecuencia respiratoria y la temperatura rectal, una vez que el ITH ha rebasado las 80 unidades, lo cual afecta la producción de leche. Bajo estas condiciones, el incrementar la frecuencia de baños en la sala de espera muestra potencial para mitigar los efectos negativos del estrés calórico en la fisiología y productividad del ganado lechero ubicado en climas semi-húmedos del noroeste de Mexico; sin embargo, por ser un recurso escaso, es importante considerar el punto de equilibrio entre el consumo de agua y la eficiencia productiva bajo este esquema de enfriamiento.

Cuadro 1. Resumen de las condiciones climáticas registradas en las horas cálidas del día y en la noche durante el estudio.

Periodo	VARIABLE CLIMÁTICA					
	TAD	TAN	HRD	HRN	ITHD	ITHN
Mayo	33.48	22.50	0.19	0.52	77.06	68.87
Junio	34.44	26.17	0.22	0.47	78.74	73.08
Julio	35.54	28.23	0.31	0.37	81.62	74.34
Promedio	34.49	25.63	0.24	0.45	79.14	72.10

VARIABLES registradas durante el día, de 0900 a 1700 h, y durante la noche, de 1800 a 0400 h.

Cuadro 2. Frecuencia respiratoria (FR), temperatura rectal (TR) y producción de leche (PL) por tratamiento durante los meses de Mayo, Junio y Julio.

Trat	Variable	PERIODO			Promedio ± EE
		Mayo	Junio	Julio	
EPO	PL(kg)	25.00	21.87	17.95 ^a	21.64 ± 1.08
EA		25.00	22.00	21.00 ^b	
EPO	FR (resp/min)	62.90	68.93	80.55 ^a	70.53 ± 2.63
EA		62.45	67.50	69.70 ^b	
EPO	TR (°C)	37.90	38.40	39.05 ^a	38.44 ± 0.17
EA		37.85	38.27	38.55 ^b	

^a^b Indican diferencia estadística (P<0.05) entre medias de hileras.

Cuadro 3. Índices de correlación lineal (r) por tratamiento entre la producción de leche (PL) y las variables fisiológicas y climáticas.

Tratamiento	Variable	FR	TR	TAd	TAn	HRd	HRn	ITHd	ITHn
Enfriamiento	PL	-0.94**	-0.97**	-0.47	-0.55	-0.95**	0.96**	-0.74*	-0.41
Previo al	FR	--	0.97**	0.39	0.52	0.98***	-0.98***	0.69*	0.38
Ordeño	TR	--	--	0.54	0.66*	0.95**	-0.96**	0.79**	0.53
Enfriamiento	PL	-0.99***	-0.92**	-0.43	-0.57	-0.82**	-0.85**	-0.65*	-0.46
Adicional	FR	--	0.92**	0.42	0.59	0.86**	-0.88**	0.66*	0.47
	TR	--	--	0.69*	0.76*	0.86**	-0.87**	0.88**	0.66

*** P<0.001, **P<0.05, * P<0.10

Literatura Citada

- Berman, A. 2006. Extending the Potential of Evaporative Cooling for Heat-Stress Relief. *J. Dairy Sci.* 89:3817–3825.
- Berman, A. 2010. Forced heat loss from body surface reduces heat flow to body surface. *J. Dairy Sci.* 93 :242–248.
- Brouk, M.J., J.P. Harner, III, J.F. Smith, W.F. Miller and B. Cvetkovic. 2004. Response of heat stressed dairy cattle to low-pressure soaking or high-pressure misting heat abatement systems. *J. Dairy Sci.* 87(Suppl. 1): 300.
- Burgos-Zimbelman R. and. Collier R.J. 2011. Feeding Strategies for High-Producing Dairy Cows During Periods of Elevated Heat and Humidity Tri-State Dairy Nutrition Conference, 19 y 20 de Abril 2011. University of Arizona.
- Dikmen, S. y P.J. Hansen. 2009. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment?. *J. Dairy Sci.* 92:109-116.
- Hahn, G.L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Dairy Sci.* 77(suppl 2):10-20.
- Leyva C.J.C., Félix V.P., Osuna A.J.D., Ávalos C.R., Correa C.A., Luna N.P., Munguía X.J.A., Morales M.I.P. y Hernández H.I.R. 2009. Desempeño productivo del ganado lechero controlando la ventilación y aspersión de agua bajo las condiciones semi-húmedas de verano del sur de Sonora. En la XIX Reunión Internacional sobre producción de carne y leche en climas cálidos. 8 y 9 de Octubre. Universidad Autónoma de B.C., México. Pp. 179-184.
- Ominski K.H., A. D. Kennedy, K. M. Wittenberg y S. A. Moshtaghi Nia. 2002. Physiological and Production Responses to Feeding Schedule in Lactating Dairy Cows Exposed to Short-Term, Moderate Heat Stress. *J. Dairy Sci.* 85:730–737.
- Strickland JT, J, R. A. Bucklin, R. A. Nordstedt, D. K. Beede, D. R. Bray. 1989. Sprinkler and fan cooling system for dairy cows in hot, humid climates. *Applied Engineering in Agriculture* 5(2):231-236.
- SAS. SAS/STAT. 2004. User's Guide, Software Version 9.1.2 Cary, NC: SAS Institute Inc., USA.

EFECTO DE LA RESTRICCIÓN NUTRICIONAL DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN SOBRE EL VOLUMEN DE LA UBRE, LA PRODUCCIÓN DE CALOSTRO Y LA MORTALIDAD DE CORDEROS AL PARTO EN OVEJAS DE PELO ESTRESADAS POR CALOR

EFFECT OF NUTRITIONAL RESTRICTION DURING THE LAST THIRD OF GESTATION ON UDDER VOLUME, COLOSTRUM PRODUCTION AND LAMB MORTALITY AT PARTURITION IN HEAT-STRESSED EWES

Ulises Macías^{1*}, Leonel Avendaño¹, Francisco D. Álvarez¹, Abelardo Correa¹, J. Luis Ponce¹, César Meza², Juan A. Hernández³, J.A. Quintero⁴

¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Valle de Mexicali, B.C.

²Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma de Chapingo, Bermejillo, Durango.

³Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca, Oaxaca.

⁴Depto. de Ciencias Veterinaria, ICB, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua.

* Autor de correspondencia: ulisesmacias1988@hotmail.com

Resumen

Se utilizaron 24 ovejas adultas gestantes Katahdin x Pelibuey para evaluar el efecto de restricción nutricional durante el último tercio de gestación sobre la mortalidad de corderos, el volumen de la ubre y la producción de calostro al parto bajo condiciones de estrés calórico. A partir del día 100 de gestación, las ovejas fueron distribuidas en dos grupos (n=12/grupo) de acuerdo a su condición corporal y peso vivo. Un grupo de ovejas recibió un régimen nutricional adecuado (AD; PC=12% y EM=2.4 Mcal/kg de MS), mientras que el otro grupo, recibió un régimen nutricional restringido (RN; PC=1.4% y EM=1.5 Mcal/kg de MS). Las condiciones ambientales durante el estudio fueron estrés calórico moderado (temperatura= 32.9±2.8°C, ITH= 29.0±2.4 unidades). El volumen de ubre y la producción de calostro fueron menores (P<0.05) en ovejas RN que en ovejas AD. El calostro de ovejas RN tuvo menor (P<0.05) contenido de proteína y sólidos no grasos, pero similar (P>0.05) contenido de grasa que el calostro de ovejas AD. La mortalidad de corderos en los primeros 10 días post-parto fue mayor (P<0.05) en ovejas RN (4.3%) que en ovejas AD (26.7%). En conclusión, la restricción nutricional inducida durante el último tercio de gestación, en ovejas estresadas por calor reduce el volumen de la ubre, la producción y la calidad del calostro.

Palabras claves: ubre, calostro, razas de pelo, ovejas preñadas

Abstract

Twenty-four Katahdin x Pelibuey multiparous pregnant ewes were used to evaluate the effect of nutritional restriction during the last third of gestation on lamb mortality, udder volume and colostrum production at lambing under heat stress conditions. On day 100 of gestation, ewes were distributed in two groups (n=12/group) according to its body condition score and live weight. A group of ewes received an adequate nutrition regimen (AD; CP=12% and ME=2.4 Mcal/kg of DM), while the other group received a nutritional restriction regimen (RN; CP=1.4% and ME=1.5 Mcal/kg of DM), ewes fed wheat straw *ad libitum*. Feeding regimes were offered

from day 100 of gestation until parturition. Climatic conditions during the study were considered as moderate heat stress (temperature $32.9\pm 2.8^{\circ}\text{C}$ and temperature-humidity index 29.0 ± 2.4 units). Udder volume and colostrum production were lower ($P<0.05$) in RN ewes than in AD ewes. Colostrum from RN ewes had lower ($P<0.05$) protein content and non-fat solids, but similar ($P>0.05$) fat content than colostrum from AD ewes. Mortality of lambs in the first 10 d postpartum was higher ($P<0.05$) in RN ewes (4.3 vs. 26.7%). In conclusion, nutritional restriction induced during the last third of gestation in heat-stressed ewes, it decreases the udder volume, and colostrum production and quality at parturition.

Key Words: Udder, colostrum, hair sheep breeds, pregnant ewes.

Introducción

En los sistemas de producción de ovinos del noroeste de México, predominan las razas de pelo debido a que no presentan estacionalidad y son altamente adaptables a las condiciones climáticas extremas que se registran en la región (Macías-Cruz *et al.*, 2012). Cuando estas ovejas se empadran en los primeros meses del año, parte de su desarrollo gestacional e inclusive su parto, se da en los meses de verano, justamente cuando las condiciones ambientales (temperaturas altas) y la disponibilidad de alimento (escasa producción de forraje) no son adecuados. En ovejas de razas de lana, las condiciones de restricción nutricional (Norgaard *et al.*, 2008; Laporte-Broux *et al.*, 2011) y altas temperaturas ambientales (Bell *et al.*, 1989; Marai *et al.*, 2008) durante el último tercio de gestación, se han relacionado con un retardo en el crecimiento uterino, lo cual impacta negativamente sobre el desarrollo fetal, el peso al nacimiento de las crías y la producción de calostro. Aunque, la información referente al efecto de restricción nutricional y estrés calórico sobre el desarrollo de la glándula mamaria es escasa y contradictoria en ovinos de lana, e inexistente en los ovinos de raza de pelo.

El peso al nacimiento y la producción de calostro son factores que predisponen la muerte del cordero en los primeros días de vida. Aquellos corderos que nacen con pesos al nacimiento bajos tienden a ser más débiles y menos vigorosos, lo cual provoca que no consuman suficiente calostro dentro de la primera hora de vida, incrementando los riesgos de muerte post-parto (Laporte-Broux *et al.*, 2011). Por su parte, la baja producción y calidad de calostro genera que, al nacimiento, los corderos no consuman suficiente cantidad de nutrientes e inmunoglobulinas, y por ende, fallan en regular su temperatura corporal y presentan un sistema inmunológico deprimido, observándose alta mortalidad en el periparto (Annet *et al.*, 2008). Contrario a estos resultados de ovinos de lana, en ovinos de pelo no han observado que las altas temperaturas produzcan bajos pesos al nacimiento de las crías (Ross *et al.*, 1985). Sin embargo, no existe información del efecto de la restricción nutricional durante la gestación en ovejas de pelo estresadas por calor sobre el peso al nacimiento, desarrollo de la glándula mamaria y secreción de calostro al parto. El conocimiento de esta información es esencial para establecer un manejo adecuado en los rebaños de ovinos de pelo ubicados en las regiones áridas y semiáridas del norte de país. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar en ovejas de pelo estresadas por calor, el efecto de la restricción nutricional durante el último tercio de gestación sobre el peso al nacimiento, el volumen de la ubre y la producción de calostro al parto.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó durante la época de verano en la Posta Ovina del Instituto de Ciencias Agrícolas, ubicada en el Valle de Mexicali. La región se caracteriza por presentar un clima árido

y seco, muy similar a las condiciones del Desierto de Sonora, con temperaturas máximas (45°C) en verano y mínimas en invierno (0°C). La precipitación es de 85 mm, concentrándose en los meses de Noviembre y Diciembre (García, 1985). Durante el periodo experimental, los promedios diarios de temperatura ambiental (T) y humedad relativa (HR) se solicitaron a la estación meteorológica de la Facultad de Ingeniería, UABC. Con esa información se calculó el índice de temperatura y humedad (ITH), usando la fórmula propuesta por Marai *et al.* (2001): $ITH = T - \{(0.31 - 0.31HR) \times (T - 14.4)\}$. Se utilizaron 24 ovejas multíparas Katahdin x Pelibuey, que presentaban 100 días de gestación, un peso vivo (PV) de 51.3 ± 1.3 kg y una condición corporal (CC) de 3.0 ± 0.03 unidades (escala 1= muy flacas y 5= muy gordas). Al inicio del experimento, las ovejas se pesaron y se les midió la CC para asignarlas a uno de dos regímenes de alimentación (tratamientos, n=12) bajo un diseño de bloques completamente al azar. Los regímenes de alimentación fueron: 1) adecuado (AD; PC=12% y EM=2.4 Mcal/kg de MS), ovejas alimentadas con paja de trigo *ad libitum* y 500 g/día de concentrado (240g de trigo molido, 240g de harina de soya y 20g de premezcla minerales-vitaminas); y 2) restricción nutricional (RN; PC=1.4% y EM=1.5 Mcal/kg de MS), ovejas alimentadas solamente con paja de trigo *ad libitum*. Las ovejas se alimentaron diariamente con su respectiva dieta desde el día 100 de gestación hasta el momento del parto (alrededor de los 150 días), ofreciéndose agua a libre acceso. Las ovejas se alojaron en dos corrales de 5 x 5 m, uno por grupo de ovejas tratado, lo cuales estaban techados con laminada galvanizada y estaban provistos de comederos y bebederos. Sobre el día 146 de gestación y al parto (después de que la madre arrojó la placenta y antes del primer amamantamiento de la cría), la circunferencia (CU, cm) y la profundidad (PU, cm) de la ubre se midió con una cinta métrica para calcular el volumen de ubre (VU, mL) usando la siguiente fórmula: $VU = \pi \times (CU/2)^2 \times PU$ (Izadifard and Zamiri, 1997). Además, el cuarto izquierdo de la ubre también se ordeñó manualmente aplicando intramuscularmente 1.0 mL de oxitocina (Doney *et al.*, 1979), antes de que consumieran calostro las crías. El calostro colectado se pesó y se colocó en vaso de precipitado para medir el volumen. Tanto peso como volumen de calostro fue multiplicado por 2 para determinar el peso y volumen total de calostro al parto. Adicionalmente, una muestra de 20 mL de calostro fue diluido al 50% con agua destilada para determinar porcentaje de grasa, proteína y sólidos no grasos (SNG) en un equipo analizador de leche (Lacti-check LC-01, Page & Pedersen International Ltd., USA). El porcentaje de corderos muerto en los primeros 10 días post-parto también se calculó. En general, toda la información colectada se sometió a un análisis de varianza usando el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS (2004). Comparaciones de medias se realizaron con una prueba de t-student a una $\alpha=0.05$.

Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se muestran las condiciones climáticas que prevalecieron durante el desarrollo del estudio. La T promedio diaria fue de $32.9 \pm 2.8^\circ\text{C}$, con un rango de 26.3 a 38.9°C . La HR promedio diaria fue más variable durante el periodo experimental (12.0 a 57.3%), observándose una media general de $32.5 \pm 11.8\%$. Las combinaciones diarias de T y HR llevó a que todos los días se presentaran ITH's promedios arriba de las 22.2 unidades (29.0 ± 2.4 unidades en promedio), limite indicado por Marai *et al.* (2001) para inicio de condiciones ambientales de estrés calórico en ovinos. En general, las ovejas usadas en este estudio estuvieron en condiciones de estrés calórico de tipo severo moderado Marai *et al.* (2001). En ovejas de lana, estas condiciones ambientales se han relacionado con fallas en el desarrollo embrionario y fetal, lo

cual impacta negativamente sobre la productividad del rebaños al parto y destete (Marai *et al.*, 2008).

Cuadro 1. Condiciones climáticas durante registradas durante el periodo experimental.

Variables climáticas	Medias \pm E.E.**	Rango
Temperatura promedio ($^{\circ}$ C)	32.9 \pm 2.8	26.3 – 38.9
Temperatura máxima ($^{\circ}$ C)	33.7 \pm 2.8	27.8 – 39.4
Temperatura mínima ($^{\circ}$ C)	32.2 \pm 2.9	25.6 – 38.2
Humedad relativa (%)	32.5 \pm 11.8	12.0 – 57.3
ITH (unidades)*	29.0 \pm 2.4	23.8 – 33.5

*ITH= Índice de temperature y humedad; **E.E.= Error estándar

En el Cuadro 2 se muestran los resultados de volumen de la glándula mamaria, producción y composición del calostro, y porcentaje de mortalidad de corderos en los primeros días post-parto por efecto de la restricción nutricional durante el último tercio de gestación de ovejas de pelo. El volumen de ubre al día 146 de gestación y al parto fue menor ($P < 0.05$) en ovejas RN que en las AD, lo cual no coincide con los reportado en la literatura (Norgaard *et al.*, 2008; Swanson *et al.*, 2008), donde indican que la restricción nutricional no afecta el desarrollo de la ubre al parto, ya que la excesiva movilización de tejido corporal durante los periodos de restricción nutricional en la gestación compensa la deficiencia de nutrientes en la dieta, manteniendo un desarrollo fetal y de glándula mamaria adecuado. Posiblemente, las diferencias entre los resultados de este estudio y los de la literatura se deban a las condiciones ambientales. La presente investigación se realizó en condiciones de altas temperaturas, mientras que los estudios consultados fueron hechos en un ambiente termoneutral. Una hipótesis es, que en ovejas restringidas nutricionalmente durante el último tercio de gestación bajo condiciones de estrés por calor, la movilización de reservas corporales se utiliza, además de mantener un adecuado desarrollo fetal y de ubre, para activar mecanismo compensatorios reguladores de la temperatura corporal. Sin embargo, más estudios son requeridos para confirmar esta hipótesis. También en este estudio se observó que las ovejas RN presentaron menor ($P < 0.05$) peso y volumen de calostro al parto que las ovejas AD. Similarmente en ovejas de lana (Norgaard *et al.*, 2008; Swanson *et al.*, 2008) y cabras (Laporte-Broux *et al.*, 2011) se reportaron estos efectos de restricción nutricional en el último tercio de gestación sobre la producción de calostro. Sin embargo, en esos estudios se indica que la menor producción de calostro al parto en ovejas RN se debe a la deficiencia de proteína y no al tamaño de la ubre. Mientras que los resultados de este estudio sugieren que la producción de calostros en ovejas de pelo RN y estresadas por calor, está directamente relacionada con el tamaño de ubre al parto. Adicionalmente, la restricción nutricional en el último tercio de gestación afectó la composición del calostro, siendo la cantidad de SNG y proteína más baja ($P < 0.05$) en ovejas RN que en las AD. La cantidad de grasa fue similar ($P > 0.05$) entre grupos tratados. En ovejas de lana mantenidas en condiciones termoneutrales, la composición del calostro al parto no ha variado por efecto de la restricción nutricional pre-parto (Banchero *et al.* 2006; Swanson *et al.*, 2008). Esta discrepancia entre resultados obtenidos y previamente publicados puede deberse a varios factores: clima, duración del tiempo de restricción nutricional, nivel de restricción nutricional, e ingredientes en la dieta. Finalmente, los resultados de este estudio mostraron que la tasa de mortalidad de corderos en los primero días post-parto, se elevó significativamente ($P < 0.05$) por efecto de la restricción nutricional en último tercio de gestación en ovejas de pelo estresadas por calor. Este resultado es un reflejo de la producción y composición del calostro observado en ovejas RN. Asimismo, Swanson *et al.* (2008) menciona que los corderos nacidos a partir de

ovejas RN tienden a presentar menor débiles, pocos vigorosos para amamantarse e inadecuada habilidad del tracto gastrointestinal del neonato para absorber inmunoglobulinas IgG.

Cuadro 2. Desarrollo y síntesis de la glándula mamaria al parto por efecto de la restricción nutricional en el último tercio de gestación de ovejas de pelo estresadas por calor.

	Régimen de alimentación		
	Testigo	Restricción	E.E.
Volumen de ubre (mL)			
d 146	2136.7a	927.1b	121
Parto	2782.6a	1164.6b	116
Calostro al parto			
Volumen (mL)	152.7a	105.8b	0.9
Peso (kg)	178.6a	103.0b	0.1
Grasa (%)	14.6a	14.2 ^a	1.1
SNG (%)*	30.3a	22.5b	2.0
Proteína (%)	12.0a	7.9b	0.8
Mortalidad de corderos (%)**	4.3a	26.7b	

a,b letras diferentes en hilera indican diferencias significativas a P<0.05.

** SNG= Solidos no grasos; * Mortalidad de corderos en los primeros 10 días post-parto.

Conclusiones

En conclusión, bajo condiciones de estrés calórico, alimentar a las ovejas de pelo durante el último tercio de gestación con dietas bajas en nutrientes provoca un bajo desarrollo de ubre al parto, lo cual se refleja en una menor producción de calostro. Además, este calostro se caracteriza por ser bajo en el contenido de proteína cruda y sólidos no grasos, no así en grasa. Finalmente, la restricción nutricional pre-parto en ovejas estresadas por calor provoca un incremento en el porcentaje de corderos muertos en los primeros 10 días de vida, lo cual esta relacionado con la composición del calostro al parto.

Literatura Citada

- Annett, R.W., A.F. Carson, and L.E.R. Dawson. 2008. Effects of digestible undegradable protein (DUP) supply and fish oil supplementation of ewes during late pregnancy on colostrum production and lamb output. *Animal Feed Science and Technology* 146:270-288.
- Banchero, G.E., R. Pérez, R. Bencini, D.R. Lindsay, J.T.B. Milton, and G.B. Martin. 2006. Endocrine and metabolic factors involved in the effect of nutrition on the production of colostrum in female sheep. *Reproduction Nutrition Development* 46:447-460.
- Bell, A.W., B.W. McBride, R. Slepatis, R.J. Early, and W.B. Currie. 1989. Chronic heat stress and prenatal development in sheep: I. Conceptus growth and maternal plasma hormones and metabolites. *Journal of Animal Science* 67:3289-3299.
- Doney, J.M., J.N. Peart, W.F. Smith, and F. Louda. 1979. A consideration of the techniques for estimation of milk yield by suckled sheep and a comparison of estimated obtained by two methods in relation to the effect of breed, level of production and stage of lactation. *Journal of Agricultural Science* 92:123-132.
- García, E. 1985. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen para adaptarlo a las condiciones de la República mexicana. 2nd edn. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México: México, DF.
- Izadifard, J., and M. Zamiri. 1997. Lactation performance of two Iranian fat- tailed sheep breeds. *Small Ruminant Research* 24:69-76.
- Laporte-Broux B. C. Duvaux-Ponter, S. Roussel, J. Promp, P. Chavatte-Palmer, A.A. Ponter. 2011. Restricted feeding of goats during the last third of gestation modifies boths metabolic parameters and behavior. *Livestock Science* 138:74-88.

- Macías-Cruz., U., F.D. Álvarez-Valenzuela, H.A. Olguín-Arredondo, L. Molina-Ramírez, and L. Avendaño-Reyes. 2012. Pelibuey ewes synchronized with progestagens and mated with rams from Dorper and Katahdin breed under feedlot conditions: ewe production and lamb growth during the pre-weaning period. *Archivos de Medicina Veterinaria* 44:29-37.
- Marai, I.F.M., M.S. Ayyat, and U.M. Abd El-Monem. 2001. Growth performance and reproductive traits at first parity of New Zealand White female rabbits as affected by heat stress and its alleviation, under Egyptian conditions. *Tropical Animal Health and Production* 33:457-462.
- Marai, I.F.M., A.A. El-Darawany, A. Fadiel, and M.A.M. Abdel-Hafez. 2008. Reproductive performance traits as affected by heat stress and its alleviation in sheep. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 8:209-234.
- Norgaard, J.V., M.O. Nielsen, P.K. Theil, M.T. Sorensen, S. Safayi, and K.Sejrsen. 2008. Development of mammary glands of fat sheep submitted to restricted feeding during late pregnancy. *Small Ruminant Research* 76:155-165.
- Ross, T.T., L. Goode, and A.C. Linnerud. 1985. Effects of high ambient temperature on respiration rate, rectal temperature, fetal development and thyroid gland activity in tropical and temperate breeds of sheep. *Theriogenology* 24:259-269.
- SAS INSTITUTE., 2004. SAS/STAT: User's guide statistics released 9.1 (2nd Ed.) SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.
- Swanson, T.J., C.J. Hammer, J.S. Luther, D.B. Carlson, J.B. Taylor, D.A. Redmer, T.L. Neville, J.J. Reed, L.P. Reynolds, J.S. Caton, and K.A. Vonnahme. 2008 .Effect of gestational plane of nutrition and selenium supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. *Journal of Animal Science* 86:2415-2423.

RESTRICCIÓN NUTRICIONAL EN OVEJAS DE PELO GESTANTES ESTRESADAS POR CALOR: EFECTOS SOBRE CONCENTRACIÓN DE METABOLITOS AL PARTO Y PESO AL NACIMIENTO DE LA CRÍA

NUTRITIONAL RESTRICTION IN HEAT-STRESSED PREGNANT HAIR EWES: EFFECTS ON METABOLITE CONCENTRATION AT LAMBING AND OFFSPRING BIRTH WEIGHT

Ulises Macías^{1*}, Leonel Avendaño¹, Francisco D. Álvarez¹, Abelardo Correa¹, José L. Ponce¹, Raúl Díaz², César Meza³, Juan A. Hernández⁴

¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Valle de Mexicali, B.C.

²Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C.

³Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma de Chapingo, Bermejillo, Durango.

⁴Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca, Oaxaca.

* Autor de correspondencia: ulisesmacias1988@hotmail.com

Resumen

Se utilizaron 24 ovejas multíparas Katahdin x Pelibuey con 100 días de gestación para evaluar el efecto de restricción nutricional durante el último tercio de gestación sobre el desarrollo de cotiledones, la concentración de metabolitos al parto y el peso al nacimiento de las crías bajo condiciones de estrés calórico. Las ovejas se asignaron bajo un diseño de bloques completamente al azar a los siguientes regímenes de alimentación (n=12): 1) adecuado (AD; PC=12% y EM=2.4 Mcal/kg de MS), ovejas alimentadas con paja de trigo *ad libitum* y 500 g/día de concentrado, y 2) restricción nutricional (RN; PC=1.4% y EM=1.5 Mcal/kg de MS), ovejas alimentadas solamente con paja de trigo *ad libitum*. Los regímenes de alimentación se ofrecieron desde el día 100 de gestación hasta el parto. Las condiciones ambientales durante el estudio fueron de estrés calórico moderado (temperatura= 32.9±2.8°C e índice de temperatura-humedad=29.0±2.4 unidades). Al parto, las ovejas AD presentaron mayor (P≤0.05) peso vivo, condición corporal y concentración de metabolitos sanguíneos (glucosa, colesterol y triglicéridos) que las ovejas RN. Las placentas de ovejas AD y RN tuvieron similar (P>0.05) número de cotiledones pero sus diámetros fueron mayores (P=0.01) en placentas de ovejas AD. Las ovejas AD parieron corderos y corderas más pesadas (P<0.05) que las ovejas RN. En conclusión, la restricción nutricional durante el último tercio de gestación en ovejas de pelo estresadas por calor provocó que: 1) las crías nacieran con pesos bajos debido a un reducido crecimiento de los placentomas, y que 2) las madres parieran en un severo balance energético negativo.

Palabras claves: razas de pelo, ovino, gestación, cotiledones.

Abstract

Twenty-four Katahdin x Pelibuey multiparous ewes with 100 d of gestation were used to evaluate the effect of nutritional restriction during the last third of gestation on cotyledon development, metabolites concentration at lambing and offspring birth weight under heat stress conditions. Ewes were assigned to the following feeding regimes under a randomized complete block design (n=12): 1) adequate (AD; CP=12% and ME=2.4 Mcal/kg of DM), ewes fed wheat straw *ad libitum* and 500 g/d of concentrate, and 2) nutritional restricted (RN; CP=1.4% and ME=1.5

Mcal/kg of DM), ewes fed wheat straw *ad libitum*. Feeding regimes were offered from day 100 of gestation until parturition. Climatic conditions during the study were considered as moderate heat stress (temperature $32.9 \pm 2.8^\circ\text{C}$ and temperature-humidity index 29.0 ± 2.4 units). At lambing, AD ewes showed higher ($P \leq 0.05$) body weight, body condition and metabolites concentration (glucose, cholesterol and triglycerides) than RN ewes. The placentas of AD and RN ewes had similar ($P \leq 0.05$) cotyledons number, but their diameters were higher ($P = 0.01$) in placentas of AD ewes. AD ewes lambed heavier ($P < 0.05$) males and females than RN ewes. In conclusion, nutritional restriction during the last third of gestation in heat-stressed hair sheep caused: 1) that kids born with low birth weight because of a reduced growth of placentomas, and 2) that ewes lambed in a severe negative energy balance.

Keywords: hair sheep breeds, cotyledons, sheep, gestation.

Introducción

En ovinos de lana, la restricción nutricional durante la gestación ha sido relacionada con una baja productividad de los rebaños, ya que el crecimiento del producto se retarda y la incidencia de bajo pesos al nacimiento en las crías se incrementa (Mellor and Murray, 1985), situación que favorece la presencia de una alta mortalidad de corderos en los primeros días post-parto. Cuando esta restricción nutricional se presenta en el último tercio de gestación, el efecto negativo es mayor, puesto que es la etapa de la preñez donde se da el mayor desarrollo y crecimiento fetal, y los requerimientos de energía y proteína se incrementan significativamente (Wu *et al.*, 2006). La inadecuada alimentación en el último tercio de gestación provoca que las ovejas tengan que remover sus reservas corporales para transferir nutrientes al feto, lo cual se refleja en una pérdida de peso y condición corporal, llegando al parto en un balance energético negativo (Laporte-Broux *et al.*, 2011). Como se puede observar, en ovinos de lana y bajo condiciones termoneutrales, el efecto de la restricción nutricional en el último tercio de gestación está ampliamente estudiada. Sin embargo, en ovinos de raza de pelo y en condiciones de altas temperaturas como las registradas durante la época de verano en la región árida del noroeste de México, este tema no ha sido estudiado. Los ovinos de pelo son razas ampliamente distribuidas en la región árida del país debido a su capacidad de adaptación a las altas temperaturas, alta rusticidad y su habilidad para aprovechar eficientemente los esquilmos agrícolas (Avendaño-Reyes *et al.*, 2004). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar en ovejas estresadas por calor, los efectos de la restricción nutricional durante el último tercio de gestación sobre desarrollo caruncular, concentración de metabolitos al parto y peso al nacimiento de las crías.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó durante la época de verano en la Posta Ovina del Instituto de Ciencias Agrícolas, ubicada en el Valle de Mexicali. La región se caracteriza por presentar un clima árido y seco, muy similar a las condiciones del Desierto de Sonora, con temperaturas máximas (45°C) en verano y mínimas en invierno (0°C). La precipitación es de 85 mm, concentrándose en los meses de Noviembre y Diciembre (García, 1985). Durante el periodo experimental, los promedios diarios de temperatura ambiental (T) y humedad relativa (HR) se solicitaron a la estación meteorológica de la Facultad de Ingeniería, UABC. Con esa información se calculó el índice de temperatura y humedad (ITH), usando la fórmula propuesta por Marai *et al.* (2001): $\text{ITH} = T - \{(0.31 - 0.31\text{HR}) \times (T - 14.4)\}$. Se utilizaron 24 ovejas multíparas Katahdin x Pelibuey, que presentaban 100 d de gestación, un peso vivo (PV) de 51.3 ± 1.3 kg y una condición corporal (CC)

de 3.0 ± 0.03 unidades (escala 1= muy flacas y 5= muy gordas). Al inicio del experimento, las ovejas se pesaron y se les midió la CC para asignarlas a uno de dos regímenes de alimentación (tratamientos, $n=12$) bajo un diseño de bloques completamente al azar. Los regímenes de alimentación fueron: 1) adecuado (AD; PC=12% y EM=2.4 Mcal/kg de MS), ovejas alimentadas con paja de trigo *ad libitum* y 500 g/día de concentrado (240g de trigo molido, 240g de harina de soya y 20g de premezcla minerales-vitaminas); y 2) restricción nutricional (RN; PC=1.4% y EM=1.5 Mcal/kg de MS), ovejas alimentadas solamente con paja de trigo *ad libitum*. Las ovejas se alimentaron diariamente con su respectiva dieta desde el día 100 de gestación hasta el momento del parto (alrededor de los 150 d), ofreciéndose agua a libre acceso. Las ovejas se alojaron en dos corrales de 5 x 5 m, uno por grupo de ovejas tratado. Inmediatamente después del parto se registró el PV y la CC a la madre, y el peso al nacimiento de la cría. Asimismo, una muestra de sangre por cada oveja parida fue colectada en tubo vacutainer de 6 mL por punción de la vena yugular. Las muestras se centrifugaron a 3500 rpm por 10 min a temperatura de 10°C, el suero se almacenó en una alícuota de 2 mL a -20°C, para posteriormente determinar la concentración de glucosa, colesterol y triglicéridos, usando un analizador de química sanguínea. Finalmente, las placentas se recogieron para contar el número de cotiledones y seleccionar aleatoriamente 15 cotiledones para medir su diámetro. En general, toda la información colectada se sometió a un análisis de varianza usando el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS (2004). Comparaciones de medias se realizaron con una prueba de t-student a un $\alpha=0.05$.

Resultados y Discusión

Durante todo el periodo de estudio prevalecieron condiciones de estrés por calor, ya que el promedio de temperatura ($32.9 \pm 2.8^\circ\text{C}$) fue mayor a los 27°C que indica Fuquay (1981) como límite superior de la zona termoneutral para ovinos. Además, basado en el ITH promedio (29.0 ± 2.4 unidades), se considera que las ovejas estuvieron en un ambiente de estrés por calor de tipo moderado (Marai *et al.*, 2001). Varios estudios en ovejas de lana reportan que las altas temperaturas ambientales pueden comprometer el crecimiento fetal como consecuencia de una reducción en el flujo sanguíneo utero-placentario, y en el tamaño y funcionalidad de la placenta (Bell *et al.*, 1989; Wu *et al.*, 2006). Sin embargo, en ovejas de pelo Black belly se observó que el peso al nacimiento no se redujo por efecto del estrés calórico (Ross *et al.*, 1985), lo cual indica que en estas razas no se observa un retardo en el crecimiento fetal por efecto de altas temperaturas como se mencionó anteriormente en ovinos de lana. Adicionalmente, los resultados mostraron que las ovejas AD presentaron mayor ($P=0.01$) PV y CC al parto y menor ($P=0.01$) pérdida de PV y CC durante el último tercio de gestación que las ovejas RN (Cuadro 1). Estos resultados sugieren que las ovejas RN tuvieron que remover gran cantidad de reservas corporales durante el experimento para suplir de nutrientes al feto, y posiblemente, también para activar mecanismos de disipación de calor corporal. En condiciones termoneutrales, Tygesen *et al.* (2008) en ovejas de lana y Laporte-Broux *et al.* (2011) en cabras, reportaron resultados similares a los encontrados en este estudio para PV y CC. Aunque Tygesen *et al.* (2008) encontraron en ovejas RN, 4% y 5% menos pérdida de PV y CC, respectivamente, comparado con las ovejas de este estudio, lo cual puede deberse a que las ovejas RN gastan energía extra para activar mecanismos compensatorios que favorecen la regulación de la temperatura corporal.

Cuadro 1. Peso vivo y condición corporal al parto de ovejas de pelo con alimentación adecuada o restringida durante el último tercio de gestación.

Variables	Régimen de alimentación		Valor de P
	Adecuado	Restringido	
Peso vivo (Kg)			
Inicial	51.2±1.35	51.4±1.35	0.90
Parto	47.5±1.4	41.1±1.5	0.01
Pérdida	3.6±1.4	10.7±1.5	<0.01
Condición corporal (unidades)			
Inicial	2.91±0.03	3.0±0.03	0.02
Parto	2.8±0.08	2.3±0.08	<0.01
Pérdida	0.1±0.08	0.7±0.08	<0.01

La concentración en suero de glucosa, colesterol y triglicéridos inmediatamente después del parto fue menor ($P \leq 0.05$) en ovejas RN que en las AD (Cuadro 2). Estos resultados son un reflejo del desgaste metabólico al que se exponen las ovejas de pelo cuando se alimentan inadecuadamente en el último tercio de gestación bajo condiciones de hipertermia. El menor nivel de glucosa en sangre de ovejas RN indica el alto desbalance energético en que se encontraban estas ovejas al parto, lo cual muy seguramente impactará negativamente en la producción de leche y reinicio de la actividad reproductiva post-parto (Wu *et al.*, 2006). La alta movilización de tejido graso para generar energía durante el periparto en ovejas RN es el motivo por el cual se observó que la concentración de colesterol y triglicéridos fue menor en ovejas RN que en las AD (Collier *et al.*, 2005). En este estudio también se encontró que el número de cotiledones no varió ($P=0.30$) con el régimen de alimentación, pero el diámetro de ellos fue menor ($P=0.01$) en placentas producto de ovejas RN que en las de AD. Estos resultados sugieren que la restricción nutricional no limita el crecimiento fetal en ovejas de pelo por disminución del número de placentomas en la placenta, sino porque el desarrollo de los placentomas se limita significativamente por la falta de nutrientes. Consecuentemente, el retardo en el crecimiento fetal por falta de nutrientes es un efecto secundario del bajo desarrollo y funcionalidad de la placenta, tal como lo había señalado Wu *et al.* (2006).

Cuadro 2. Concentración de metabolitos, y cantidad y diámetro de cotiledones al parto en ovejas de pelo alimentadas adecuadamente o restringidamente durante el último tercio de gestación.

Variables	Régimen de alimentación		Valor de P
	Adecuado	Restringido	
Metabolitos (mg/dl)			
Glucosa	64.8±2.5	54.3±1.8	0.01
Colesterol	149.9±3.2	106.9±3.2	0.05
Triglicéridos	26.0±2.1	12.6±2.1	0.04
Cotiledones			
Número (n)	61.5±4.4	55.8±4.4	0.30
Diámetro (cm)	3.3±0.2	2.6±0.2	0.01

El peso al nacimiento de corderos y corderas fue menor ($P=0.01$) en aquellos nacidos de ovejas RN comparado con los nacidos de ovejas AD. Esto es un reflejo del estado nutricional en que se encontraban las ovejas RN durante todo el último tercio de gestación. Además, estos resultados de peso al nacimiento en conjunto con los de diámetro de cotiledones, demuestran que en ovejas de pelo gestantes sometidas a restricción nutricional y condiciones de estrés calórico, se da un

retraso en el crecimiento fetal, tal como se ha reportado en ovejas alimentadas inadecuadamente en un ambiente termoneutral (Tygesen *et al.*, 2008). Un estudio realizado por Ross *et al.* (1985), demostró que condiciones de estrés calórico durante la gestación de las ovejas de pelo no afectaba el peso al nacimiento; sin embargo, en este estudio se observó que si se afecta negativamente, siempre y cuando la alimentación no sea adecuada. Por lo tanto, en ovejas de pelo que se encuentran en el último tercio de gestación bajo condiciones de estrés calórico, la alimentación es un factor más importante que las altas temperaturas para producir corderos con bajos pesos al nacimiento. Una alimentación adecuada en ovejas gestantes estresadas por calor evita la presencia de retardo en el crecimiento fetal.

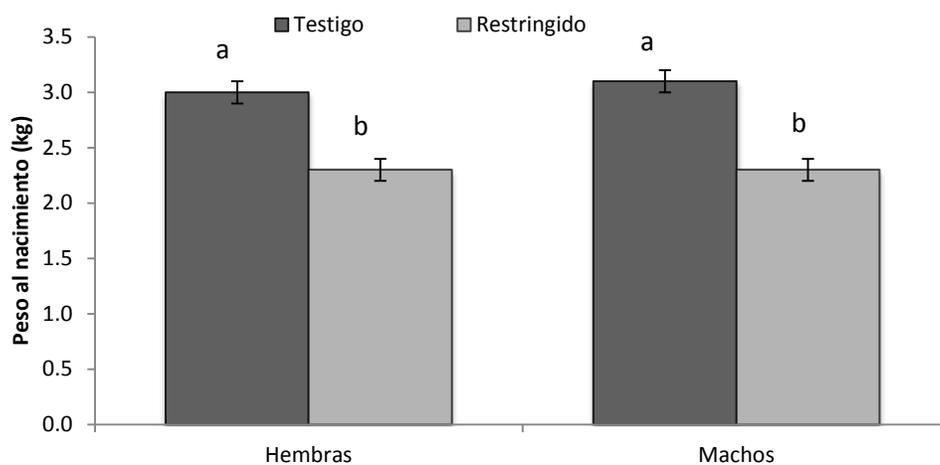


Figura 1. Peso al nacimiento de crías producto de ovejas alimentadas adecuadamente o restringidamente en el último tercio de gestación.

Conclusiones

En ovejas estresadas por calor, la restricción nutricional en el último tercio de gestación provoca una alta pérdida de peso y condición corporal al parto, llevando a la madre a un estado metabólico deprimente. Adicionalmente, esta condición nutricional en esa fase de la gestación provoca un retraso en el crecimiento fetal como consecuencia de un bajo crecimiento de los placentomas. Esto produce que las crías nazcan con bajos pesos al nacimiento.

Literatura Citada

- Avendaño-Reyes L., F.D. Álvarez-Valenzuela, A. Correa-Calderón, S. Saucedo-Quintana, L. Molina-Ramírez, and F.J. Cisneros. 2004. Assessment of some productive traits of the Pelibuey sheep in northwest México. Preliminary results. *Cuban Journal of Agriculture Science* 38:129-134.
- Bell, A.W., B.W. McBride, R. Slepatis, R.J. Early, and W.B. Currie. 1989. Chronic heat stress and prenatal development in sheep: I. Conceptus growth and maternal plasma hormones and metabolites. *Journal of Animal Science* 67:3289-3299.
- Collier R.J., L.H. Baumgard, A.L. Lock, and D.E. Bauman. 2005. *Physiological limitations, nutrient partitioning. In Yield of farmed species. Constraints and opportunities in the 21st Century* (ed. R Sylvester-Bradley and J Wiseman), pp. 351–377. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- Fuquay, J.W., 1981. Heat stress as is affects animal production. *Journal of Animal Science* 52:164-174.
- García, E. 1985. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen para adaptarlo a las condiciones de la República mexicana. 2nd edn. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México: México, DF.

- Laporte-Broux B. C. Duvaux-Ponter, S. Roussel, J. Promp, P. Chavatte-Palmer, A.A. Ponter. 2011. Restricted feeding of goats during the last third of gestation modifies both metabolic parameters and behavior. *Livestock Science* 138:74-88.
- Marai, I.F.M., M.S. Ayyat, and U.M. Abd El-Monem. 2001. Growth performance and reproductive traits at first parity of New Zealand White female rabbits as affected by heat stress and its alleviation, under Egyptian conditions. *Tropical Animal Health and Production* 33:457-462.
- Mellor, D.J., and L. Murray. 1985. Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrum production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Research in Veterinary Science* 39:230-234.
- Ross, T.T., L. Goode, and A.C. Linnerud. 1985. Effects of high ambient temperature on respiration rate, rectal temperature, fetal development and thyroid gland activity in tropical and temperate breeds of sheep. *Theriogenology* 24:259-269.
- SAS INSTITUTE., 2004. SAS/STAT: User's guide statistics released 9.1 (2nd Ed.) SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.
- Tygesen, M.P., M.O. Nielsen, P. NØrgaard, H. Raving, A.P. Harrison, and A.H. Tauson. 2008. Late gestational nutrient restriction: Effects on ewes' metabolic and homeorhetic adaptation, consequences for lamb birth weight and lactation performance. *Archive of Animal Nutrition* 62:44-59.
- Wu, G., F.W. Bazer, J.M. Wallace, and T.E. Spencer. 2006. Intrauterine growth retardation: Implications for the animal science. *Journal of Animal Science* 84:2316-2337.

FUENTES DE NITROGENADAS EN LA DEGRADACIÓN RUMINAL DE BUFFEL (*Cenchrus ciliaris*) EN BORREGOS

SOURCES OF NITROGENOUS IN THE RUMINAL DEGRADATION OF BUFFEL GRASS (*Cenchrus ciliaris*) IN SHEEP

E Crespo-Reyes¹, J C Kú-Vera², A Saldívar-Fitzmaurice³, S P Castillo-Rodríguez³ y J C
Martínez-González³

¹Delegación Tamaulipas-SAGARPA, ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UADY, ³Facultad de Ingeniería y Ciencias-UAT

Resumen

La suplementación con nitrógeno incrementa la degradación ruminal de los pastos tropicales. El objetivo fue estudiar el efecto de la suplementación con: urea (UR), harina de soya (HS) y harina de pescado (HP), sobre la degradación ruminal del pasto Buffel. Se utilizaron cuatro borregos Pelibuey de 30 kg de peso, canulados en el rumen en un diseño estadístico de cuadro latino 4 x 4. La duración de cada período fue de siete días de adaptación y cinco de medición. La dieta base proporcionada fue de heno de pasto Buffel (*ad libitum*) siendo los tratamientos: 0 g; 15 g de UR; 157 g de HP; y 188 g de HS. Se introdujeron 3 g de materia seca (MS) del pasto Buffel en bolsas de nailon, y se incubaron en el rumen durante 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h. Los datos de degradación ruminal se ajustaron a la ecuación $p = a + b(1 - \exp^{-ct})$ para estimar las constantes a, b y c. En la fracción b de la MS del pasto no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos. Se concluye que no existe efecto de la fuente de N sobre la fracción b del pasto Buffel.

Palabras Clave: Ovinos, fuentes de N, degradación ruminal.

Abstract

Nitrogen supplementation increases tropical grasses ruminal degradation. The objective was to study the effect of supplementation with: urea (UR), soybean meal (SM), and fish meal (FM) on Buffel grass ruminal degradation. Four sheep Pelibuey 30 kg of weight, cannulated in the rumen in a statistical design of 4 x 4 Latin square were. The length of each period was seven days of adaptation and five of measurement. The diet base provided was grass hay Buffel (*ad libitum*) being treatments: 0 g; 15 g of UR; 157 FM g; and 188 g SM. Introduced 3 g of dry matter (DM) of Buffel grass in nylon bags and incubated in rumen for 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. Ruminal degradation data were adjusted to the equation $p = a + b(1 - \exp^{-ct})$ to estimate the constants a, b and c. In the fraction grass MS b no significant differences ($P > 0.05$) between treatments. We are concluded that the N source not effect on b fraction the Buffel grass.

Key words: Sheep, sources of N, ruminal degradation.

Introducción

Las regiones tropicales subhúmedas presentan condiciones agroecológicas poco favorables para la producción de forrajes de buena calidad durante todo el año. Debido fundamentalmente a que

la precipitación pluvial es estacional y uno de los factores más limitantes en la disponibilidad de forraje. Esto da lugar a que los sistemas de producción animal, especialmente los de temporal, cuenten con abundancia de forraje en la época de lluvias y relativa insuficiencia durante la sequía. De igual modo, el valor nutritivo de los forrajes varía a través del año, y no logran satisfacer los requerimientos nutricionales de energía y proteína de los animales bajo pastoreo.

En Tamaulipas existen 4'977,699 ha destinadas a la actividad pecuaria, de las cuales 1'240,507 son de temporal y uso intensivo y 3'737,192 son de agostadero o de uso extensivo (GET, 2012).

Tamaulipas contaba en el 2010 con 1'546,232 cabezas de bovinos (SIAP, 2012), las que en su mayoría se mantienen en condiciones de pastoreo en praderas de temporal o agostaderos, de baja calidad nutritiva, sobre todo en épocas de estiaje, lo que trae como consecuencia una baja productividad.

La superficie ocupada por pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en el Estado de Tamaulipas es mayor a las 500,000 ha, y se considera el más abundante, por su fácil establecimiento, tolerancia al pastoreo y habilidad para sobrevivir a la sequía. Sin embargo, mantiene baja concentración de nitrógeno (N) sobre todo durante la época de estiaje por lo que se hace necesario el empleo de suplementos proteicos que proporcionen N para la población microbiana ruminal y para el animal hospedero, y de ésta forma lograr aumentar la degradación ruminal del pasto. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la suplementación con diferentes fuentes de N sobre la degradación del pasto Buffel en corderos Pelibuey.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la U.A.T. en Ciudad Victoria, Tam., México. Se utilizaron cuatro corderos Pelibuey (30 ± 1 kg), se alojaron en jaulas metabólicas metálicas, con bebederos y comederos individuales de plástico. Los corderos fueron desparasitados con Levamisol® y Bayticol® y tratados con Vigantol ADE®. La ración se preparó con heno de pasto Buffel, se molió y mezcló con los suplementos proteicos (testigo = solo heno de Buffel; tratamiento 1 = 15 g de Urea; tratamiento 2 = 188 g de harina de soya; y tratamiento 3 = 157 g de harina de pescado) y se ofreció por la mañana, por la tarde se ofreció heno molido *ad libitum*, lo mismo que agua fresca. Los animales recibieron un periodo de siete días de adaptación, para continuar con cinco días de prueba.

Para la degradación se utilizaron bolsas de nailon (10 x 5 cm con 50 micras de abertura de poro) con 3 g de MS de pasto Buffel molido, éstas se sujetaron a una manguera de plástico de 20 cm, con una plomada y colocada en el saco ventral del rumen. Los tiempos de incubación fueron 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h, después de incubadas, las bolsas se retiraron según el tiempo de incubación para ser lavadas con agua corriente, se escurrieron y secaron a 60°C durante 48 h. Los valores de degradación ruminal de MS fueron ajustados a la ecuación exponencial $p = a + b(1 - \exp^{-ct})$ (Orskov y McDonald, 1979) para estimar las constantes de degradación a, b y c, donde p = el porcentaje de degradación de a tiempo t, a = fracción rápidamente soluble, b = fracción insoluble pero degradable con el tiempo, c = tasa de degradación de b y t = tiempo de incubación de las bolsas en el rumen.

Se utilizó un diseño de cuadro latino 4 x 4 (Cochran y Cox, 1974), donde las hileras fueron los períodos, las columnas los ovinos y el pasto Buffel con las diferentes fuentes nitrogenadas los tratamientos. Los datos fueron analizados mediante el modelo matemático siguiente (SAS, 2001):

$$Y_{ijkl} = M + T_i + P_j + B_k + E_{ijkl}$$

donde:

Y_{ijkl} = observación de las constantes de degradación; M = media general; T_i = efecto del i -ésimo tratamiento; P_j = efecto del j -ésimo período; B_k = efecto del k -ésimo cordero; E_{ijkl} = Error aleatorio asociado a cada observación.

Se aplicó la prueba de Tukey (Cochran y Cox, 1974), para determinar diferencias entre medias, cuando se encontraron diferencias estadísticas.

Resultados y Discusión

La desaparición del alimento del rumen es resultado de la digestión (y absorción) y el pasaje, cuando se agregan suplementos proteicos al forraje, se podrán superar deficiencias de PC, incrementando la velocidad de digestión en el rumen (Galyean y Owens, 1991) y aumentando el consumo voluntario del forraje (Minson, 1990). Lo anterior se atribuye a un aumento en la actividad microbial y la tasa de digestión. Sudana y Leng (1986) encontraron que la suplementación con urea-melaza mejoró el consumo voluntario de la materia seca (MS) de ovinos alimentados con paja de trigo (420 g/d) y mejoró la ganancia de peso; debido supuestamente a un incremento en la proteína microbial y no precisamente a una mayor digestibilidad de la MS en el rumen. Estos mismos autores (Sudana y Leng, 1986) mencionaron que en animales con dietas bajas en proteína y altas en fibra, suplementadas con proteína de baja degradación ruminal aumentan el consumo de MS, ya que la dieta presenta un tiempo corto de retención en el rumen y no pueden ser degradadas por las bacterias, por lo tanto su flujo es mayor, permite un vaciado más rápido e induce mayor consumo de alimento.

La desaparición de la MS y las constantes de degradación se muestran en el Cuadro 1, se puede observar que a medida que aumenta el tiempo de incubación, aumenta la desaparición de la MS, en forma similar para todos los tratamientos, sin que se observaran diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos.

La fracción rápidamente soluble (a) fue más baja para el Buffel sólo (6.62%), mientras que para B+HS fue de 9.42%. Resultados ligeramente mayores fueron reportados por Ramírez *et al.* (2001) quienes al estudiar la degradabilidad efectiva de la MS del zacate Buffel y nueve zacates nativos del noreste de México, encontraron que la media de la fracción rápidamente soluble fue de 20.9% siendo los porcentajes más bajos para *Aristida spp.* y *Tridens muticus*.

Cuadro 1. Desaparición y constantes de degradación ruminal de la materia seca del pasto Buffel en ovinos Pelibuey suplementados con diferentes fuentes de nitrógeno.

Tiempo de incubación (h)	Tratamientos (%)			
	Buffel	Buffel + U	Buffel + HS	Buffel +HP
6	13.83	14.23	10.41	14.11
12	17.64	18.46	16.44	15.95
24	24.25	25.74	22.63	25.00
48	30.34	30.56	29.62	30.08
72	34.07	33.18	33.55	32.08
96	35.45	37.58	36.45	37.09
Constantes de degradación ruminal (%)				
a	6.62	9.38	9.42	8.22
b	28.72	30.29	31.33	30.60
c	0.04	0.04	0.10	0.03
a + b	25.44	39.67	40.75	38.82

U = Urea, HS = Harina de Soya, HP = Harina de Pescado a = fracción rápidamente soluble, b = fracción insoluble pero degradable con el tiempo, c = tasa de degradación de b y t = tiempo de incubación.

Salinas-Chavira *et al.* (2011) observaron que las dietas preparadas para ovinos en estabulación tuvieron fracciones solubles muy por encima de las encontradas para el pasto Buffel. Estos autores citan que la dieta que tenía el 5.0% de heno de Buffel fue la que presentó la menor fracción rápidamente soluble con 37.2%. Sin embargo, García *et al.* (2003) encontraron que la fracción rápidamente soluble en seis genotipos de Buffel fue de 37.4%.

Los resultados del presente experimento probablemente se debieron al alto contenido de lignina o de carbohidratos estructurales que pudo haber influido en la baja degradación de los nutrientes en el rumen de los borregos. Lo cual indica que el heno de Buffel aún y con la suplementación proteica es de muy baja degradabilidad y por lo tanto de bajo aporte energético (Cornacchione *et al.*, 2003).

La fracción insoluble pero degradable (b) con el tiempo, fue similar para los tratamientos ($P > 0.05$). Sin embargo, el tratamiento con harina de soya tuvo el mejor comportamiento con 31.3%. Resultados similares fueron citados por Ramírez *et al.* (2001) quienes al estudiar la fracción insoluble pero potencialmente degradable del zacate Buffel y nueve zacates nativos del noreste de México, encontraron una media de 33.3%, al igual que para la fracción rápidamente soluble los porcentajes más bajos fueron para *Aristida spp.* y *Tridens muticus*. Salinas-Chavira *et al.* (2011) no observaron cambios en la fracción insoluble b en dietas preparadas para ovinos en estabulación, tuvieron fracciones insolubles muy por encima de las encontradas para el pasto Buffel con una media de 52.6%. Por su parte García *et al.* (2003) encontraron que la fracción insoluble pero potencialmente degradable de seis genotipos de Buffel fue de 40.2%.

El mayor potencial de degradación (a + b) obtenido fue para B+HS (40.8%; Cuadro 1), ya que al incluir suplementos proteicos en las dietas de baja calidad se incrementa la digestibilidad, lo cual es atribuido a un incremento de la actividad microbial del rumen. Combellas *et al.* (1993) mencionaron que la suplementación con fuentes nitrogenadas de diferente degradabilidad se utiliza para mejorar la respuesta animal en condiciones de consumo de pastos de baja digestibilidad de la MS y bajo contenido de PC. El porcentaje de la degradabilidad efectiva de los suplementos proteicos en el rumen depende no sólo del curso de la degradación de las partículas de proteína en el rumen, sino también del tiempo de permanencia en el mismo.

Ramírez *et al.* (2001) quienes al estudiar las constantes de degradabilidad del zacate Buffel y nueve zacates nativos del noreste de México, encontraron que el mayor potencial de degradación fue de 54.0%, los pastos *Aristida spp.* y *Tridens muticus*, mostraron los porcentajes más bajos debido a su baja digestibilidad. Salinas-Chavira *et al.* (2011) observaron que las dietas preparadas para ovinos en estabulación fueron potencialmente degradables con valores que variaron de 90.4 a 93.4%. Sin embargo, García *et al.* (2003) encontraron que el potencial de degradación de seis genotipos de Buffel fue de 77.6%. Resultados similares fueron citados por Cornacchione *et al.* (2003) quienes estudiaron tres gramíneas tropicales y la alfalfa encontraron que el menor valor para la fracción potencialmente degradable fue para el pasto Buffel Biloela (74.2%).

Se concluye que agregar fuentes nitrogenadas a dietas con heno de pasto Buffel para corderos Pelibuey no afecta la degradación de la materia seca.

Literatura Citada

- Cochran, W. G. y G. M. Cox. 1974. Diseños experimentales. Primera Edición. Trillas, México D. F. pp. 145-149.
- Combellas, J., F. Priore, J. Peralta and O. Zavarse. 1993. Influence of the addition of fish meal to diets of roughage or roughage and concentrate on the consumption and live-weight gain of growing cattle. *Animal Feed Science and Technology* 42:319-331.
- Cornacchione, M. V., E. E. Salado, A. E. Fumagalli y J. Espíndola. 2003. Cinética de digestión ruminal de la materia seca de tres gramíneas forrajeras tropicales. 26° Congreso Argentino de Producción Animal. Mendoza, Argentina 22-24 de octubre de 2003. NA54.
- Galyean, M. L. and F. N. Owens. 1991. Effects of diet composition and level of feed intake on site and extent of digestion in ruminants. En: *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. Editores T. Tsuda, Y. Sasaki y R. Kawashima. Ed. Academic Press, Inc. San Diego California, U.S.A. Pp. 483-514.
- García, D. G. J., R. G. L. Ramírez, R. P. Foroughbackhch, R. R. Morales and G. D. García. 2003. Ruminal digestion and chemical composition of new genotypes of buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.). *Interciencia* 28(4):220-224.
- GET. 2012. Gobierno del Estado de Tamaulipas. Secretaría de Desarrollo Rural, Ganadería. <http://desarrollorural.tamaulipas.gob.mx/temas-del-sector/ganaderia/>. Consultada 09/07/2012.
- Minson, D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Primera Edición. Editorial Academic Press. Inc., Orlando, Florida USA. pp. 51.
- Orskov, E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science* 92:499-503.
- Ramírez, L. R. G., A. M. Enríquez y F. G. Lozano. 2001. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México. *Ciencia UANL* 4(3):314-321.
- Salinas-Chavira, J., J. C. Gutiérrez-González, R. García-Castillo, R. López-Trujillo y A. Duarte-Ortuño. 2011. Digestibilidad *in situ* de la materia seca de tres dietas para ovinos de engorda. *Agronomía Mesoamericana* 22(2):379-385.
- SAS. 2001. SAS/STAT User's Guide (Release 8.2, 6th Ed.). Cary NC: SAS. Inst. Inc.
- SIAP. 2012. Tamaulipas, población ganadera avícola y apícola 2001-2010. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SAGARPA. http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/PoblacionGanadera/EstadoRegion/tampob.pdf. Consultada 09/07/2012.
- Sudana, I. B. and R. A. Leng. 1986. Effects of supplementing a wheat straw diet with urea or a urea-molasses block and/or cottonseed meal on intake and live weight change of lambs. *Animal Feed Science and Technology* 16:25-35.

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN IDEAL DE LAS EXCRETAS FERMENTADAS DE POLLO DE ENGORDA EN OVINOS

DETERMINING THE IDEAL CONCENTRATION OF FERMENTED POULTRY MANURE IN SHEEP DIETS

Ignacio Mejía,¹ Gustavo Tirado¹, Ana Julia Azuara¹, José Mejía², Francisco Nieto¹, José A. Aguilar¹, Mauro E.Mora¹, y Aracely Pérez¹.

¹Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación-Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, DGEST.

²División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato.

Resumen

La investigación se realizó en el Instituto Tecnológico el Llano, Aguascalientes, con el objetivo de determinar la concentración ideal de excretas fermentadas de pollo de engorda que pueden ser utilizadas en la alimentación de ovinos en engorda explotados intensivamente sin afectar los parámetros productivos y la coloración de la carne y a su vez que permitiera generar mayores ganancias económicas mediante la reducción de costos de alimentación y por esta razón se optó por utilizar esta excreta. Para lo anterior se utilizaron 21 borregos machos de la raza Katahdin sin castrar con un peso inicial de 35 kg, los cuales fueron distribuidos en un diseño complemente al azar en tres tratamientos y siete repeticiones por tratamiento. Los tratamientos consistieron en la inclusión de 10, 15 y 20% de pollinaza en una dieta integral para ovinos para la etapa de finalización; las variables evaluadas fueron: ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA), rendimiento en canal (RC). Los datos fueron procesados mediante el SAS. Se obtuvo diferencia significativa ($P < 0.05$) en GDP, el T1 fue ligeramente superior a T2 y T3, estos últimos no mostraron diferencias. En conversión alimenticia y RC no hubo diferencias significativas. La utilización de la pollinaza en una inclusión menor o igual al 20 % en la dieta de ovinos en engorda no afecta negativamente ni en forma substancial los parámetros productivos ni cambia la coloración de la carne de los animales y se reducen los costos de alimentación.

Palabras clave: Rumiantes, pollinaza, alimentación

Introducción

Las excretas de los pollos de engorda (pollinaza) siempre se presentan mezcladas con el material que se utiliza como cama para los pollos (cascarilla de arroz o de soya, olote de maíz molido, aserrín, viruta, paja picada, periódico, etcétera) y con el alimento que los mismos pollos tiran al piso. Este subproducto es un recurso alimenticio para rumiantes utilizado ampliamente en México y Latinoamérica; su empleo está basado en su valor proteico, aunque también aporta una cantidad aceptable de energía, y es alta en minerales, no obstante, pocos esfuerzos han sido conducidos para puntualizar la calidad y cantidad de ellas y recomendar su empleo en la dieta de los rumiantes, incluyendo los ovinos, sin que se produzcan efectos negativos (Cantón *et al.*, 1994). Son muchos los reportes informales existentes en medios electrónicos (Pollinaza en ovinos - Producción Agropecuaria- Foros, www.engormix.com) en donde se comenta de los buenos resultados del uso de pollinaza en novillos y en ovinos que ayudan a reducir los costos de producción, ya que el kilogramo de un alimento proteico utilizado supera los cinco o seis pesos, comparado con un peso que cuesta un kilogramo de pollinaza. Es importante realizar

experimentos en donde se prueben diferentes porcentajes de inclusión en la dieta y el tiempo apropiado para retirarla antes del sacrificio de los animales, así como la utilización de fuentes de energía de carbohidratos fácilmente fermentables con el fin de producir una sincronía en la disponibilidad de sustrato para la flora microbiana del rumen.

Para poder recomendar una concentración segura, se deben probar diferentes concentraciones de pollinaza y evaluar la ganancia de peso, conversión alimenticia, color de la carne, y rendimiento de la canal, El objetivo de este trabajo fue determinar la concentración ideal de pollinaza fermentada factible de ser utilizada en las dietas de ovinos sin producir efectos indeseables en parámetros productivos y en la canal.

Materiales y Métodos

Se realizó un experimento con 21 borregos machos sin castrar de la raza Katahdin de un peso promedio inicial de 35 kg (etapa finalización) y fueron alojados en corraletas individuales con bebedero y comedero, distribuidos aleatoriamente utilizando un diseño completamente al azar con tres tratamientos y siete repeticiones por tratamiento. El tratamiento 1 consistió en una dieta típica para ovinos en corral en donde se incluyó el 10% de excretas fermentadas de pollo de engorda; el tratamiento 2, la misma dieta pero utilizando el 15% de excretas fermentadas; y el tratamiento 3 con el 20% de las excretas, sustituyendo parcialmente la pollinaza a la harina de soya, harinolina y maíz.

El experimento tuvo una duración 97 días y fue dividido en cuatro etapas: adaptación, medición de parámetros productivos, la etapa de exclusión del consumo de excretas, y finalmente el sacrificio, las cuales tuvieron una duración de 15, 42, 25 y 2 días respectivamente.

Después del periodo de adaptación se continuó con la etapa experimental que consistió en obtener los parámetros productivos: consumo de alimento, conversión alimenticia, ganancia diaria de peso y rendimiento de la canal. Esta etapa tuvo una duración de 42 días, al inicio se registró el peso inicial de los animales los cuales se pesaron 3 días seguidos con 12 horas de ayuno y al finalizar la etapa se hizo la misma actividad para obtener el peso final. El alimento se le ofreció a los animales dos veces al día, a las 8:00 y a las 15:00 hrs; al registrar el peso final de los ovinos, estos fueron privados del consumo de pollinaza por 25 días, en algunos estudios se menciona que los animales que no son privados de este subproducto proporcionan canales con características indeseables, principalmente dando un color oscuro de la carne. Posteriormente los ovinos fueron sacrificados en el rastro municipal de San Francisco de los Romos, Aguascalientes y se registró el peso de la canal caliente para obtener el rendimiento en canal; también se tomaron muestras de hígado para la determinación de cobre y se observaron algunas características de la canal como son: coloración de la carne y presencia o no de abscesos en las viseras. Los datos fueron analizados estadísticamente con el paquete de computo SAS mediante análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de tukey.

En el laboratorio se realizaron las determinaciones de materia seca, materia orgánica, nitrógeno y proteína cruda, fibras detergente neutro y ácido en las dietas evaluadas (Cuadro 1). Los componentes del análisis proximal se determinaron según las técnicas de la AOAC (1990), la fibra detergente neutro y la fibra detergente ácido por la técnica de Van Soest *et al.* (1991).

Cuadro 1. Composición nutricional de las dietas experimentales.

Composición	T1	T2	T3
Materia seca	80.9	78.8	81.5
Proteína cruda*	17.2	17.3	17.6
FDA	19	22	23
FDN	26	30	30
EM, Mcal/Kg	2.7	2.7	2.6
Ca	0.67	0.83	0.97
P	0.46	0.54	0.62

*% PC=%N x 6.25

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos por tratamiento y por variable se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Resumen de las variables evaluadas en parámetros productivos

T	GDP, g	CoA (g/kg PV ^{.75})	CA	RC, %
1	309 a	134	7.5 b	54 a
2	287 a	141	7.6 ab	54 a
3	287 a	143	7.3 a	56 b
CV (%)	8.8	-	10.4	4.7

Tratamientos con letras diferentes por variable difieren estadísticamente (P=0.05)

Ganancia de peso. Los ovinos del tratamiento 1 (dieta con 10% de pollinaza) obtuvieron una mayor ganancia diaria de peso $P < 0.05$) que los de los tratamientos 2 y 3 (dieta con 15 y 20% de pollinaza), respectivamente; mientras que entre el T2 y T3 no se encontró diferencia significativa en esta variable (Cuadro 2); la mayor GDP en el T1 se puede deber a que contenía una menor cantidad de pollinaza y se incrementó la cantidad de alimentos proteicos y energéticos de mejor calidad, ya que estos se digieren a una mayor velocidad y son más aprovechables por los animales.

Álvarez *et al.* (2003) reportaron ganancias diarias de peso en corderas pelibuey de 86, 74 y 111g utilizando tres dietas diferentes: la primera contenía 30% de pollinaza, la segunda 30% de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y una tercera dieta fue una combinación de los dos ingredientes anteriores, 15% de pollinaza más 15% de parota. Además todas las dietas contenían el 70% de maíz molido y una premezcla mineral, la ganancia de peso tan baja pudo deberse a que las dietas solo contenían un 11% de proteína y a la raza de las corderas. En otro estudio realizado por

Calderón y Elías (2006) donde utilizaron como suplemento en borregos 0, 3, 6 y 9 g de melaza por kilogramo de peso vivo y 20 g de pollinaza por kilogramo de peso vivo, se obtuvieron ganancias diarias de peso en ovinos machos de 61, 103, 113 y 97 g, se observó que la mayor ganancia de peso se obtuvo en el tratamiento 3 utilizando 6 g de melaza/kg de peso vivo; y en el tratamiento 4, en el cual se utilizaron 9 g de melaza se obtuvo una menor ganancia de peso, lo que indica que a mayor cantidad de melaza baja la GDP debido a que también se reduce el consumo del suplemento por la mayor cantidad de melaza. Por otra parte Mendoza *et al.* (2007) evaluaron cuatro alimentos integrales comerciales sin pollinaza para ovinos de engorda y obtuvieron ganancias diarias de peso de 260, 216, 285 y 202 g, las cuales son inferiores a las encontradas en el presente estudio, donde se utilizaron inclusiones de pollinaza del 10, 15, 20%, lo cual muestra que la utilización racional de esta excreta no afecta negativamente la ganancia de peso en los ovinos y puede sustituir a otros ingredientes de mayor costo de la dieta.

Consumo de alimento y conversión alimenticia. El consumo por día de los animales disminuyó a manera que la pollinaza fue aumentando en la dieta, pero es importante mencionar que los ovinos de T1 tenían un peso mayor siguiéndole el T2 y por último el T3; calculando el consumo de alimento en $\text{g/kgPV}^{0.75}$ se obtuvo un mayor consumo por el T3 (143) seguido del T2 (141) y finalmente el T1 (134) lo cual indica que a menor PV los animales consumen una cantidad mayor de alimento por kgPV, el consumo que se tuvo se encuentra por arriba del valor de $80.5 \text{ g/kgPV}^{0.75}$ indicado por Ojeda y Mares (1998) como máximo.

La conversión alimenticia fue similar entre tratamientos ($P>0.05$), los valores obtenidos (Cuadro 2) son mayores a la conversión promedio en ovinos, pero es importante mencionar que los animales en etapa de finalización tienen un valor mayor de conversión alimenticia debido a que la eficiencia en el aprovechamiento de la energía es menor (Partida y Martínez, 1992). Los resultados obtenidos en esta investigación (7.5, 7.6, y 7.2 kg de alimento/kg de ganancia de peso para T1, T2, y T3, respectivamente) coinciden con los obtenidos por Cortez *et al.* (2007) quienes trabajaron con ovinos en etapa de finalización, los cuales fueron alimentados con una dieta integral y otros con forraje y concentrado pero por separado en donde se reportaron conversiones alimenticias de 7.2 y 7.3 kg en los ovinos alimentados con forraje y concentrado, mientras que los que fueron alimentados con la dieta integral tuvieron una conversión alimenticia de 6 kg.

Los datos obtenidos en el experimento son similares a los reportados por Álvarez *et al.* (2003) en donde evaluaron también la inclusión de un 15% de pollinaza en la dieta y encontraron una conversión alimenticia de 7.9 kg para obtener un kilogramo de peso del animal, sin embargo, cuando utilizaron una concentración del 30 % de la excreta obtuvieron una conversión de 10.3 kg, la cual es superior a la obtenida en el tratamiento del 15% pollinaza y también a los obtenidos en el presente experimento; se reporta que animales con un peso alto requieren más alimento por kg de ganancia de peso (Cortez *et al.*, 2007).

Rendimiento y coloración de la canal. Los valores de rendimiento de la canal (Cuadro 2) no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($P>0.05$). Estos valores (54, 54 y 56%) son superiores a los resultados obtenidos por Calderón y Elías (2006) quienes reportaron rendimientos promedio del 43% cuando utilizaron pollinaza y melaza como suplemento y el resto de la alimentación a base de pasto (*Bothriochloa pentosa*) probablemente, el bajo rendimiento que obtuvieron estos investigadores se debe en parte a la raza utilizada (Pelibuey) y a las dietas.

Respecto a la coloración de la carne, no se encontró ningún cambio ni diferencias entre las canales de los tratamientos evaluados, se obtuvieron canales de color rojo claro que es una coloración normal en esta especie, de igual forma tampoco se encontraron alteraciones patológicas en hígado y riñón en ninguno de los tratamientos, hasta el momento no hay ningún

reporte científico que indique cambio sobre la coloración de la canal por la utilización de pollinaza en la alimentación de ovinos.

Conclusiones

La utilización de la pollinaza en una inclusión hasta del 20% en la dieta de ovinos en engorda no afecta negativamente ni en forma substancial los parámetros productivos ni cambia la coloración de la carne de los animales.

Literatura Citada

- Álvarez, M.G. Melgarejo V.L. y N.Y. Castañeda. 2003. Ganancia de peso, conversión alimenticia en ovinos alimentados con fruto (semilla con vaina) de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y pollinaza. Veterinaria Mexico, 34: 39-46.
- AOAC. 1990. Association of analytical Chemists. Official methods of analysis. 15 th. Ed. Arlington, Virginia, 1298 p.
- Calderón, A.J.O. y A.I. Elías. 2006. Contribución a la suplementación ovina con pollinaza fermentada (Vitafer) y cuatro niveles de melaza. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> Vol. VII, No. 10, octubre 2006. 7 pp.
- Cantón, C.J., Moguel, Y.B. Rojas O., Miranda E. Sauri, J. y A.R. Castellanos. 1994. Estimación del daño inducido por el cobre de la pollinaza empleada para la alimentación de ovinos. Téc. Pec. Méx. 32:82-89.
- Cortez, D.E., Martínez P.A., Sánchez, C., y R.S. Lazo. 2007. Finalización de corderos con diferentes estrategias de ofrecimiento de una misma dieta. V Congreso de especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mendoza, Argentina.
- Mendoza, M.G.D., P.F.X. Plata, M.M. Ramírez, D.M.A. Mejía, R.H. Lee y Barcena, G.R. 2007. Evaluación de alimentos integrales para el engorde intensivo de ovinos. Revista Científica, XVII:72-82.
- Ojeda, R.A. and M.A. Mares. 1998. Habitat use by small ruminants in the arid. Andean foothills of Mendoza, Argentina, Jour Arid environments, 38:349-357
- Partida de la, P.J.A.; y R.L. Martínez. 1992. Comportamiento de borregos Pelibuey alimentados con dos niveles de energía en cuatro períodos de crecimiento. Técnica Pecuaria en México; .30, (1):1-11
- Van Soest, P.J., Robertson J.B. and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583.

ESTADO EPIDEMIOLÓGICO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES EMERGENTES Y REEMERGENTES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN OVINA EN LOS ESTADOS DE QUERÉTARO Y CHIHUAHUA

EPIDEMIOLOGIC ANALYSIS OF EMERGING AND RE-EMERGING DISEASES AFFECTING THE SHEEP INDUSTRY OF IN THE QUERETARO AND CHIHUAHUA STATE

Pedro Mejía¹, Efrén Díaz¹, Francisco Aguilar¹, Lucia Favila¹, Gabriela Palomares¹, Vicente Castañeda², Marco Santillán¹, Héctor Jiménez², Mario Esqueda³ Dionicio Córdova¹, Alejandra Cortés⁴.

¹CENID-Microbiología Animal, INIFAP, ²CENID-Fisiología, ³CE Delicias INIFAP, ⁴BUAP

Resumen

En los últimos años las enfermedades transmisibles ocasionan pérdidas económicas importantes a la industria por los elevados índices de morbilidad y mortalidad que se registran. Bajo ese panorama las llamadas enfermedades emergentes ocupan el lugar más importante, porque afectan la salud y el comercio; siendo una amenaza potencial para los sistemas productivos de ganado ovino a nivel nacional. El objetivo del trabajo fue identificar en ovinos la presencia de anticuerpos y los posibles factores de riesgo de diversas enfermedades infecciosas emergentes. Se colectó un total de 896 muestras serológicas, procedentes de 64 rebaños en 9 municipios del Estado de Querétaro y 952 muestras serológicas, procedentes de 37 rebaños en 11 municipios para el Estado de Chihuahua. Para determinar mediante técnicas inmunodiagnósticas la prevalencia de: Paratuberculosis, Brucelosis, Clamidofilosis, Coxielosis e Histofilosis. Los resultados indican que actualmente en los ovinos del Estado de Querétaro y Chihuahua hay presencia de anticuerpos para *Chlamydophila abortus*, *Coxiella burneti*, *Brucella melitensis* y *Mycobacterium avium*, subespecie *paratuberculosis*. No se presentaron para *Brucella ovis* y no se logró aislamiento de *Histophilus somni*. Dentro de los factores de riesgo presentes resaltaron las prácticas sanitarias, los sistemas de producción o características de la población animal, manejo reproductivo, características biológicas de la enfermedad y aspectos empresariales. El mantenimiento y la transmisión de las enfermedades infecciosas que se estudiaron implican algo más que solo la presencia de los agentes requieren de la existencia de otras variables determinantes.

Palabras clave. Ovinos, emergentes, prevalencia.

Abstract

In the last years the transmissible illnesses cause economic important losses to the industry for the high indexes of morbidity and mortality that register. Under this panorama the so-called emergent illnesses occupy the most important place, because they affect the health and the commerce; being a potential threat for the productive systems of sheep cattle at national level. The target of the work was to identify in sheep the presence of antibody and the possible risk factors of diverse infectious emergent illnesses. A whole of 896 samples was collected serological, proceeding from 64 herds in 9 municipalities of the state of Querétaro and 952 samples serological, proceeding from 37 herds in 11 municipalities for the state of Chihuahua. To determine by means of skills immunodiagnosis the prevalency of: Paratuberculosis, Brucellosis,

Clamidofilosis, Coxielosis and Histofilosis. The results indicate that at present in the sheep ones of the State of Querétaro and Chihuahua there is presence of antibodies for *Chlamydophila abortus*, *Coxiella burneti*, *Brucella melitensis* and *Mycobacterium avium*, subespecie *paratuberculosis*. They do not presented themselves for *Brucella ovis* and isolation of *Histophilus somni* was not achieved. Inside the present factors of risk they highlighted the sanitary practices, the systems of production or characteristics of the animal population, reproductive handling, biological characteristics of the illness and managerial aspects. The maintenance and the transmission of the infectious illnesses that were studied imply something more that only the presence of the agents they need from the existence of other determinant variables.

Key words: sheep, emergent, prevalence

Introducción

Las enfermedades infecciosas emergentes en los ovinos, pueden considerarse como una amenaza para nuestro país cuando afectan significativamente la salud pública o la producción animal, y cuando existe un costo apreciable asociado con los esfuerzos de control y erradicación de la enfermedad. Para proteger a largo plazo la salud y rentabilidad de la ganadería en México, los brotes de las enfermedades infecciosas emergentes deben ser controlados rápidamente. Ya que se puede presentar una pérdida de mercados de exportación. Los planes estratégicos a largo plazo de esta industria buscan aumentar la cantidad de productos comercializables en el extranjero. Los tratados de libre comercio obligan a los pises a eliminar barreras no arancelarias y por lo tanto, sustentar técnica y científicamente la prohibición de las importaciones de animales, productos y subproductos que puedan representar un riesgo sanitario y de salud pública para los países importadores. Es por ello, que el país debe estar preparado para detectar precisa y oportunamente la presencia de cualquier enfermedad y tener planes de emergencia actualizados, eficaces y eficientes para hacer frente a cualquier contingencia de tipo sanitario. Sin duda Clamidofilosis¹², Coxielosis, Brucelosis^{3,5,7}, Paratuberculosis^{4,6,8} e Histofilosis^{2,9,13,18}, son enfermedades importantes que limitan la exportación de ovinos en pie a países libres de la enfermedad.

Materiales y Métodos

La población a muestrear se definió a partir de una base de datos total de animales: 247 205 en el Estado de Querétaro¹⁰ y 206 732 en el Estado de Chihuahua¹⁰. Se calculó un tamaño de muestra utilizando como prevalencia de trabajo la observada para *B. ovis* del 10%⁷, el cual se aplicó en una fórmula de proporciones. $n = 1822$. Se aplico proceso de selección de acuerdo a Silva A, 1993. quedando 10 municipios, un total de 920 muestras por estado y 92 muestras por municipio. Para un total de muestras para la región "n" = 1840. Los municipios que se escogieron fueron aquellos que tenían una población mayor de 5000 animales al azar.

Se realizó el muestreo de los 10 municipios de cada estado, no sin antes reunirse con los productores e invitarlos a participar en el estudio, lo cual resulto conveniente para ambas partes. Se seleccionaron los animales de manera aleatoria, siguiendo los diferentes criterios de inclusión para cada enfermedad. Animales mayores de 6 meses, machos y hembras y semental de cada unidad de producción. Los animales muestreados por rebaño fueron de acuerdo al número de animales de la unidad de producción y a la prevalencia.

Los posibles factores de riesgo se identificaron a través de un estudio epidemiológico observacional transversal analítico, mediante las encuestas que se aplicaron, una por explotación

y una por animal y del chequeo serológico realizado a partir de características del sistema de explotación, de producción, sanitarios y epidemiológicos.

Se colectó por cada animal una muestra de sangre, una de heces, hisopos nasales de animales aparentemente enfermos, registro de datos individuales, así como una encuesta por cada explotación.

Las muestras de sangre se obtuvieron de la vena yugular en tubos vacutainer, se centrifugaron para la obtención de suero. Las muestras de exudado nasal, se obtuvieron con hisopos estériles en medio de transporte. Las muestras de heces se recolectaron directamente del recto del animal, utilizando guantes de palpación nuevos y estériles. Todas las muestras se conservaron en refrigeración

Los sueros fueron evaluados empleando Kits ELISA comerciales para *Chlamydophila abortus* y *Coxiella burnetii* y una ELISA indirecta en Paratuberculosis, utilizando el antígeno protoplasmático de la cepa MAP 3065 (elaborado en el INIFAP)^{11,19}. Para *Histophilus* los hisopos nasales se inocularon cada uno en placas de Agar Chocolate (ACH)^{15,16,17,18} y se incubaron a 37°C de 24 a 48 hrs. en una atmósfera de 10% de CO₂. Para *Brucella ovis* se usó la inmunodifusión doble (IDD) utilizando como antígeno un extracto caliente salino (HS)¹. Por último, se trabajó con *Brucella melitensis* utilizando la prueba de tarjeta al 3%¹⁴.

Resultados y Discusión

Para el estado de Querétaro:

En Paratuberculosis por la ELISA indirecta, 135 sueros resultaron positivos, dando una seroprevalencia por individuo de 15.07%; 43 rebaños de 64 resultaron con al menos un ovino seropositivo (67.18% prevalencia por rebaño) y en todos los municipios (9/9) se encontraron animales seropositivos (100%). De los 896 ovinos muestreados 815 fueron hembras (90.95%) y de ellas 124 fueron positivas (15.21%), los machos muestreados fueron 81 (9.04%), de ellos 9 resultaron positivos (11.11%). La mayor cantidad de animales seropositivos estuvieron en el rango de edad de 13-36 meses y el rango de edad donde hubo menor cantidad de ovinos seropositivos fue de 37-96 meses.

Para *Brucella melitensis* 15 sueros resultaron positivos, dando una seroprevalencia por individuo de 1.67%; 5 de 64 rebaños resultaron con al menos un ovino seropositivo (7.81%) y en solo 3 de los 9 municipios se encontraron animales seropositivos (33.33%). De los 896 ovinos muestreados 815 fueron hembras y de ellas 15 fueron positivas (1.84%), los machos muestreados fueron 81 (9.04%), de ellos ninguno resultó positivo.

En el caso de *Brucella ovis* no se obtuvo ningún macho seropositivo; así como para el rebaño y municipio.

En la ELISA para *Chlamidia*, 79 sueros resultaron positivos, dando una seroprevalencia por individuo de 26.51%; 43 de 64 rebaños resultaron con al menos un ovino seropositivo (67.71%) y en todos los municipios se encontraron animales seropositivos (100%). De las 815 hembras muestreadas solo se tomaron en cuenta a 298 y de ellas 79 fueron positivas (34.35%).

En la ELISA de *Coxiella*, 53 sueros resultaron positivos, dando una seroprevalencia por individuo de 17.78%; 18 de 64 rebaños resultaron con al menos un ovino seropositivo (28.12%) y en solo 7 de los 9 municipios se encontraron animales seropositivos (77.77%). De las 815 hembras muestreadas solo se tomaron en cuenta a 298 y de ellas 16 fueron positivas (17.78%).

Para el estado de Chihuahua:

En Paratuberculosis por la ELISA indirecta, 107 sueros resultaron positivos, dando una seroprevalencia por individuo de 11.24%; 15 rebaños de 37 resultaron con al menos un ovino seropositivo (40.54% prevalencia por rebaño) y en solo 7 de los 11 municipios de encontraron animales seropositivos (63.63%). De los 952 ovinos muestreados 925 fueron hembras (97.16%) y de ellas 106 fueron positivas (11.45%), los machos muestreados fueron 27 (2.83%), de ellos solo 1 resultó positivo (0.93%). La mayor cantidad de animales seropositivos estuvieron en el rango de edad de 6-13 meses y de 37 a 96 meses; y el rango de edad donde hubo menor cantidad de ovinos seropositivos fue de 13-24 meses.

Para *Brucella melitensis*, 17 sueros resultaron positivos, dando una seroprevalencia por individuo de 1.78%; 7 rebaños de 37 resultaron con al menos un ovino seropositivo (18.91%) y en solo 4 de los 11 municipios se encontraron animales seropositivos (36.36%). De los 952 ovinos muestreados, 925 fueron hembras (97.16%) y de ellas 17 fueron positivas (1.78%), los machos muestreados fueron 27 (2.83%), de ellos ninguno resultó positivo.

En el caso de *Brucella ovis*, no se obtuvo ningún macho seropositivo; así como para el rebaño y municipio.

En la ELISA para *Chlamidia*, 52 sueros resultaron positivos, dando una seroprevalencia por individuo de 14.13%; 9 rebaños de 37 resultaron con al menos un ovino seropositivo (24.32%) y en solo 7 de los 11 municipios se encontraron animales seropositivos (63.63%). De las 925 hembras muestreadas, solo se tomaron en cuenta a 341 hembras y de ellas 52 fueron positivas (14.13%).

En la ELISA para *Coxiella*, 57 sueros resultaron positivos, dando una seroprevalencia por individuo de 15.48%; 10 rebaños de 37 resultaron con al menos un ovino seropositivo (27.02%) y en solo 5 de los 11 municipios se encontraron animales seropositivos (45.45%). De las 925 hembras muestreadas, solo se tomaron en cuenta a 341 y de ellas 57 fueron positivas (15.48%).

Conclusiones

Los resultados indican que actualmente en los ovinos de los estados de Querétaro y Chihuahua hay presencia de anticuerpos contra *Chlamydomphila abortus*, *Coxiella burnetii*, *Brucella melitensis* y Paratuberculosis. Encontrándose por lo menos un rebaño seropositivo de los municipios incluidos por cada estado, lo cuál demuestra que la presencia de estas enfermedades es un problema endémico en los Estados. No se presentaron para *Brucella ovis* y no se logró aislar *Histophilus somni*. Existe una seroprevalencia de Paratuberculosis por rebaño, mayor en el Estado de Querétaro que en el Estado de Chihuahua. Resultados semejantes y de baja seroprevalencia para *Brucella melitensis*, y la presencia de anticuerpos contra *Chlamydomphila abortus* y *Coxiella burnetii* en ambos estados. Lo cual demuestra que las enfermedades infecciosas emergentes como *Chlamydomphila abortus* y *Coxiella burnetii* están presentes y las enfermedades reemergentes siguen causando problemas en los estados de Querétaro y Chihuahua probablemente en los Estados de la República productora de ovinos. Dentro de los factores de riesgo presentes resaltaron las prácticas sanitarias, los sistemas de producción o características de la población animal, manejo reproductivo, características biológicas de la enfermedad y aspectos empresariales. El mantenimiento y la transmisión de las enfermedades infecciosas que se estudiaron implican algo más que solo la presencia de los agentes requieren de la existencia de otras variables determinantes. Por lo tanto, la epidemiología de las enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes, exóticas o endémicas son complejas y pueden ser modificadas por

diversos factores, los cuales no ejercen sus efectos por separado, sino que interactúan en la inducción de las enfermedades. Por lo que, es necesario realizar estudios y programas encaminados a su control y posible eliminación.

Literatura Citada

1. Alton, G.G., Jones, L.M. y Pietz, D.E. 1988. Las técnicas de laboratorio en la brucelosis. FAO/PMS. Serie monografías 55. Edición 1976. Ginebra, Suiza.
2. Angen, O., Ahrens, P., Kuhnert, P., Christensen, H., Mutters, R., 2003. Proposal of *Histophilus somni* gen. nov., sp. nov. for the three species *incertae sedis* '*Haemophilus somnus*', '*Haemophilus agni*' and '*Histophilus ovis*'. Int J Syst Evol Microbiol;53:1449-1456.
3. Cleon, V.K. and Schweitzer, D. (1989). *Brucella ovis*, Infection and Its Management in ovine reproduction. Agri-Practice. 4: 36-39.
4. Cocito C, Gilot P, Coene M, De Kesel M, Poupart P, Vannuffel P. Paratuberculosis. Clinical Microbiology Reviews 1994; 7 (3): 328-345.
5. Corbel, M.J. and Brinley-Morgan, W.J. (1984). Genus *Brucella*. Eb N.R. Kneg and I.G. Holt 8eds). Bergey's manual of systematic bacteriology, vol.1. The Williams and Wilkins Co. Baltimore.
6. Garrido JM, Cortabarría N, Oguiza JA, Aduriz G, Juste RA. Use of PCR method on fecal samples for diagnosis of sheep paratuberculosis. Vet Microbiol 2000; 77: 379-386.
7. Genetzky, R.M 1995. Epididymitis in Rams. The compendium Food Animal. 17:447-454.
8. Harris B, Barletta RG. *Mycobacterium avium subsp. Paratuberculosis* in Veterinary Medicine. Clinical Microbiology Reviews 2001; 14(3): 489-512.
9. Humphrey, J.D., Stephens, L.R., 1983. *Haemophilus somnus*: a review. Vet Bull; 53:987-1004.
10. INEGI. Estados Unidos Mexicanos. Censo Agropecuario 2007, existencias totales de ganado ovino según actividad y función zootécnica por entidad y municipio. Cuadro 64
11. Jaimes NG, Santillán FMA, Hernández COA, Córdova LD, Guzmán RCC, Arellano RB, Díaz AE, Tenorio GVR, Cuéllar OJA. Detección de *Mycobacterium avium* subespecie paratuberculosis, por medio de PCR-anidada a partir de muestras de heces de ovinos. Artículo, Veterinaria México, 39(4)2008.
12. Kaltenboeck, B., Hehnen, H.-R., and Vaglenov, A. 2005. Bovine *Chlamydophila* spp. Infection: Do we Underestimate the Impact on Fertility?. *Vet Res Communication*. 29 (Suppl. 1): 1-15.
13. Kearney, K.P., Orr, M.B., 1993. An outbreak of *Haemophilus agni-Histophilus ovis* septicaemia in lambs. N Z Vet J;41:149-150.
14. Levy SP, Lemeshow S. Sampling for health professionals. Lifetime learning publications. Belmont, California.
15. McDowell, S.W.J., Cassidy, J.P., McConnell, W., 1994. A case of ovine abortion associated with *Histophilus ovis* infection. Vet Rec;134: 504.
16. McDowell, S.W.J., Cassidy, J.P., McConnell, W., 1994. A case of ovine abortion associated with *Histophilus ovis* infection. Vet Rec;134: 504.
17. Palomares, G., Aguilar, F., Hernández, L., Acosta, L., Herrera, E. and Tenorio, V., 2005. Isolation and characterization of *Histophilus somni* (*Haemophilus somnus*) in semen samples of rams with epididymitis. Small Ruminant Research p 221-225: 2005, Vol 60 (3), 221-225.
18. Philbey, A.W., Glastonbury, J.R., Rothwell, J.T., Links, I.J., Searson, J.E., 1991 Meningoencephalitis and other conditions associated with *Histophilus ovis* infection in sheep. Aust Vet J;68(12): 387-390.
19. Santillán FMA Córdova LD, Guzmán RC, Hernández CA, Jaimes MN. Situación epidemiológica de la paratuberculosis ovina en el estado de Guanajuato. Congreso Nacional de Buiatría 2006.
20. Silva ALC. Muestreo para la investigación en ciencias de la salud. ed. Díaz Santos. Madrid, España. 1993.

ACTIVIDAD OVÁRICA EN CABRAS TRATADAS CON UN INHIBIDOR DE COX-2

OVARIAN ACTIVITY IN TREATED GOATS WITH A COX-2 INHIBITOR

Leonor Miranda¹, Rafaela Pérez² y Sara Vázquez¹

¹ Colegio de Postgraduados *Campus SLP*

² Universidad Autónoma de Nayarit

Resumen

Con objetivo de evaluar la actividad ovárica en cabras tratadas con un inhibidor de COX-2. Un grupo de 6 cabras fueron sincronizadas mediante la colocación intravaginal por 10 días de un dispositivo con liberación paulatina de un análogo de progesterona, al retirar el dispositivo se aplicó PGF₂ α y eCG; veinticuatro horas antes de este manejo se inicio con la aplicación de un inhibidor de la ciclooxigenasa 2 (COX-2; Piroxicam; que se encuentra en el interior del escrito como pirox) que es una enzima de importancia en la síntesis de prostaglandinas (PG); aplicación realizada por cuatro días. Posteriormente, se extrajeron los ovarios separándolos en izquierdo y derecho, contando y clasificando los folículos como pequeños, medianos y grandes (1-3, 4-5 y ≥ 6 mm, respectivamente), se evaluó la concentración de progesterona y estradiol. El trabajo se realizo con un diseño completamente al azar. Los folículos pequeños estuvieron en mayor número (P<0.05), folículos de tamaño medio, fueron aumentados con pirox 3.2 veces (P<0.05) y los grandes en 1.3 veces. El ovario que presentó mayor actividad folicular fue el derecho (P<0.05). La actividad folicular de animales con pirox se reflejo en la secreción de estradiol que aumentó desde la aplicación de pirox hasta el retiro de la misma. Se concluye que la aplicación de piroxicam resulta en una menor población de folículos pequeños (reclutados) y en aumento de la población de folículos de tamaño medio lo que se refleja en una mayor concentración de estradiol y posiblemente en el mantenimiento de la fase folicular. Por último, en cabras el ovario derecho parece ser el más activo.

Palabras clave: folículos, cabras, progesterona, estradiol, piroxicam, ciclooxigenasa-2

Introducción

El desarrollo folicular, la ovulación, la luteinización y la secreción hormonal; son eventos considerados para evaluar la actividad ovárica. (Camp, *et al.*, 1983) Cada acontecimiento está marcado por diferentes acciones hormonales, en lo que respecta a la ovulación y en especies como la vaca, ratonas y humanos se ha visto que poco después de la secreción de LH, la aplicación de hCG o de GnRH se observa la elevación de prostaglandinas tanto PGE₂ como PGF₂ α (Algire, *et al.*, 1992). La acción que ejercen las gonadotropinas parece estar mediado por acción directa en la elevación del RNA mensajero de la ciclooxigenasa-2 (COX-2) (Bridges *et al.*, 2006); enzima involucrada en la síntesis de prostaglandinas. Basados en la elevación de prostaglandinas en el periodo preovulatorio; varios autores han considerado que la inflamación observada durante la ovulación es requisito para provocar el “estallamiento” del folículo; efecto mediado por prostaglandinas. Por otro lado, también se

ha visto que la aplicación de inhibidores de la COX-2 bloquea la ovulación, prolonga el desarrollo folicular, produce la encapsulación de oocitos dentro de folículos con cierto grado de luteinización; todo ello sin la aparente alteración en la actividad del subsiguiente CL (Duffy and Stouffer, 2002). Después de la inhibición de la ovulación en ratonas con meloxicam (inhibidor de COX-2), se observó retraso en la ovulación y no se observaron grandes cambios en la producción de progesterona (Bata, *et al.*, 2006). Similarmente, en monos y con la aplicación de indometacina no se observó alteración en la funcionalidad del CL subsiguiente (Duffy and Stouffer, 2002); estos resultados indican que los inhibidores de la síntesis de prostaglandinas retrasan o inhiben la ovulación pero no la formación, desarrollo del CL y la síntesis y secreción de progesterona. En el caso de cabras, el primer ciclo que se presenta después del anestro estacional puede ser o no acompañado de ovulación y de la actividad normal o subnormal del CL, efecto que se atribuye a diversos factores. En esta especie y hasta el momento, poco es lo que se ha estudiado sobre la importancia de las prostaglandinas en la ovulación y en la actividad ovárica subsiguiente. Es por ello que el objetivo de este estudio realizado en cabras, fue el inhibir la ovulación mediante la aplicación de un inhibidor de la enzima COX-2 (piroxicam = PIROX), para evaluar la actividad ovárica.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el mes de noviembre, en el área experimental la Huerta del Colegio de Postgraduados *Campus* San Luís Potosí. Como modelo animal se utilizaron 6 cabras criollas adultas, con alimentación a base de componentes disponibles en la zona (heno de alfalfa molido, mezquite, maíz roado, nopal y sal de mar). En todas las cabras se sincronizó el estro con la colocación intravaginal por 10 días de un dispositivo con liberación paulatina de un análogo de progesterona, al retirar el dispositivo se aplicó PGF2 α y eCG; veinticuatro horas antes de este manejo se inició con la aplicación de un inhibidor de la ciclooxigenasa 2 (COX-2; Piroxicam; que se encuentra en el interior del escrito como pirox) que es una enzima de importancia en la síntesis de prostaglandinas (PG); aplicación realizada por cuatro días. 120 horas después de aplicada la eCG se realizó la extracción de los ovarios mediante ovariectomía; los ovarios fueron separados (izquierdo y derecho), en cada ovario y por separado se contaron y midieron los folículos presentes en superficie ovárica, los folículos fueron clasificados como pequeños (1 a 3 mm), medianos (4 a 5 mm) y grandes (6 mm en adelante). Para evaluar la concentración de progesterona y estradiol por RIA; se tomaron muestras sanguíneas iniciando 24 horas antes de la aplicación del inhibidor de COX-2 y se finalizó el día de la ovariectomía.

El trabajo se realizó con un diseño completamente al azar, midiendo las variables: concentración de progesterona, concentración de estradiol; ambos analizados con parcelas divididas, el número de folículos y tamaño de los folículos visibles en la superficie ovárica analizados con bloques al azar.

Resultados y Discusión

Los folículos que se encontraron en mayor número fueron los clasificados como pequeños; esta misma población folicular fue mayor en un 6% en animales control que en animales que recibieron pirox ($P < 0.05$). Estos resultados son consistentes con la información existente sobre desarrollo folicular, en donde se menciona que la población folicular

reclutada es numerosa y que este número se reduce a medida que los folículos pasan por las diferentes etapas de desarrollo, llegando a dominar solo uno o dos en especies monotocas y varios en especies políticas (Savio *et al.*, 1990). En lo que respecta a la población de folículos de tamaño medio, el efecto del pirox fue inverso, aumentando en 3.2 veces el número de esta población folicular comparada con la de los animales control ($P < 0.05$); mientras que, la población de folículos grandes en cabras que tuvieron pirox solo fue de 1.3 veces mayor a la población en animales control (Figura 1). En los trabajos revisados y hasta el momento, no se ha mencionan cual es la población folicular que se favorece con la aplicación de inhibidores de prostaglandinas, en este trabajo los que se favorecen son de tamaño medio, posiblemente porque en ellos la acción de las prostaglandinas no es marcada, trabajos en los que han evaluado la acción de las prostaglandinas en el ovario, han encontrado que las prostaglandinas parecen ser necesarias al momento de la ovulación (Bridges *et al.*, 2007), lo que indicaría la posibilidad de que son los folículos grandes (preovulatorios) son los que requieren del efecto de estas sustancias.

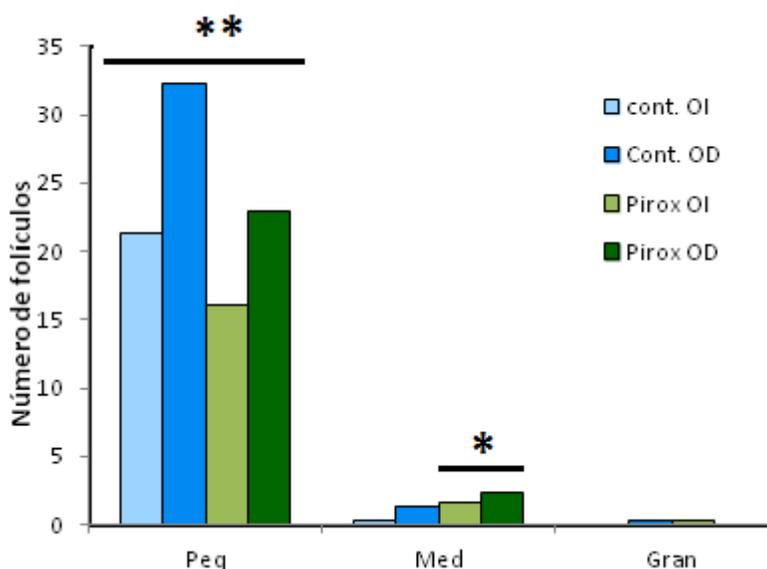


Figura 1. Número y tamaño de folículos localizados en la superficie ovárica, de ovarios obtenidos de cabras control y tratadas con Piroxicam (pirox); inhibidor de la COX-2 enzima involucrada en la síntesis de prostaglandinas; Cont. OI= ovario izquierdo de animales control, cont. OD= ovario derecho de animales con control, Pirox OI= ovario izquierdo de animales con piroxicam, OD= ovario derecho de animales con piroxicam. Peq, Med y Gran se refiere a los folículos pequeños (1-3 mm), medianos (4-5 mm) y grandes (Mayores de 6 mm) respectivamente. Las barras y * muestras diferencias entre poblaciones foliculares y entre tratamientos ($P < 0.05$).

De los ovarios el que presentó mayor actividad folicular tanto de folículos pequeños como medianos fue el derecho (Figura 2) ($P < 0.05$), y como se menciona en el párrafo anterior la actividad ovárica se disminuyó en animales con pirox reduciendo el número de folículos pequeños pero no los de tamaño medio los cuales aumentaron. De los trabajos realizados en cabras ninguno menciona cual es el ovario más activo, y este trabajo sería el primero en mencionar que en la cabra el ovario con mayor actividad es el derecho.

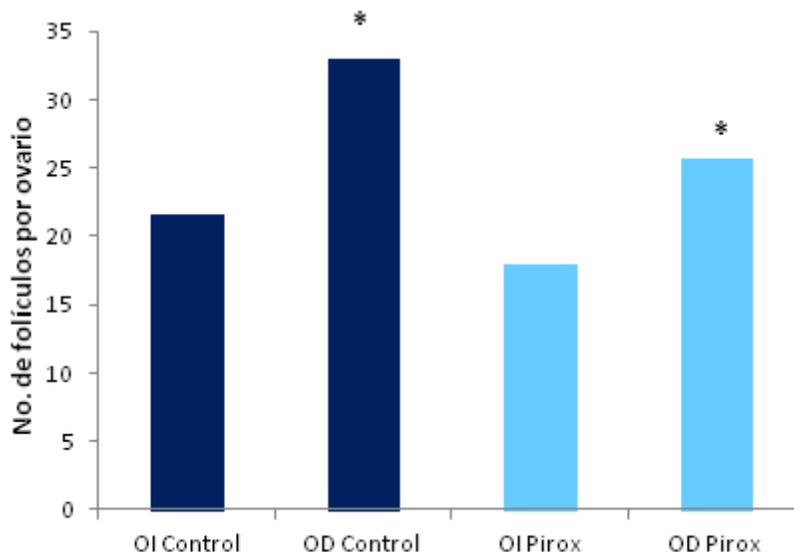


Figura 2. Actividad folicular (No. de folículos por ovario) en ovarios separados en derecho e izquierdo de cabras control y a las que se les aplicó piroxicam (Pirox; es un inhibidor de COX-2); OI y OD= ovario izquierdo y derecho respectivamente. El * muestra diferencias ($P < 0.05$).

Otro parámetro que refleja la actividad ovárica en cualquier especie, es la secreción hormonal, sobre todo lo referente a la secreción de progesterona y estradiol; bajo las condiciones de este trabajo, la secreción diaria de progesterona no fue alterada por el tratamiento con pirox (Figura 3); esto indica que no hubo ovulación ni formación de cuerpo lúteo, esto sostiene lo reportado por otros autores que mencionan que los inhibidores de la síntesis de COX-2 bloquean la ovulación (Miranda *et al.*, 2010) y con ello el desarrollo de cuerpos lúteos resultado de una ovulación (Duffy y Stouffer, 2002), por otro lado, el estradiol aumenta progresivamente desde el momento de la aplicación de pirox y desciende a las 24 horas después del retiro de la misma (Figura 3). La principal secreción hormonal por parte de los folículos es el estradiol; al considerar que el pirox promueve el aumento de la población de folículos de tamaño medio, que son altamente esteroidogénicos, a esto puede deberse el aumento en estradiol de animales que recibieron pirox. En trabajos realizados con otro tipo de inhibidores de la síntesis de prostaglandinas como la indometacina (Duffy y Stouffer, 2002), no solo se ha mencionado inhibición de la ovulación, pero también, prolongación de la vida de los folículos, los resultados aquí expuestos muestran efecto similar; aunque en ese trabajo no mencionan cuales fueron los niveles diarios de estradiol.

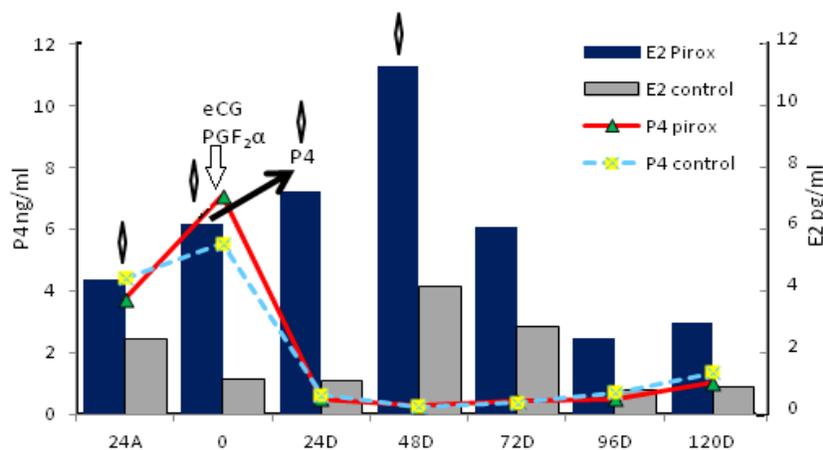


Figura 3. Secreción diaria de progesterona y estradiol, en cabras control y tratadas con piroxicam (Pirox= inhibidor de COX-2), Los números del eje X, se refieren a las horas antes (A) y después (D) de la administración de eCG (Gonadotropina corionica equina) a las cuales se realizo el muestreo sanguíneo. Los \diamond se refieren a los días de aplicación de piroxicam (Pirox), la flecha en blanco a la aplicación de eCG y $PGF_{2\alpha}$ (prostaglandinas $F_{2\alpha}$). La flecha en color negro indica el momento del retiro del análogo de progesterona y la P4 y E2 a la progesterona y al estradiol, respectivamente.

En base a los resultados obtenidos en este estudio, se concluye que la aplicación de piroxicam a cabras, resulta en una menor población de folículos pequeños (reclutados) y en aumento de la población de folículos de tamaño medio (3.2 veces) lo que se refleja en una mayor concentración de estradiol y posiblemente en el mantenimiento de la fase folicular como algunos otros autores lo han mencionado. Por último, en cabras el ovario derecho parece ser el más activo.

Literatura Citada

- Algire, J.E., Srikandakumar, A., Guilbault, L.A., Downey, B.R. 1992. Preovulatory changes in follicular prostaglandins and their role in ovulation in cattle. *Can J Vet Res* 56: pp67-69.
- Bata, M.S., Al-Ramahi, M., Salhab, S., Gharaibeh, M.N., Schwartz, J. 2006. Delay of ovulation by Meloxicam in healthy cycling volunteers: A placebo-controlled, double-blind, crossover study. *Journal of clinical pharmacology*. 46: pp925-932.
- Bridges, P. J., Komar, C. M., and Fortune, J. E. 2006. Gonadotropin-Induced Expression of Messenger Ribonucleic Acid for Cyclooxygenase-2 and Production of Prostaglandins E and $F_{2\alpha}$ in Bovine Preovulatory Follicles Are Regulated by the Progesterone Receptor. *Endocrinology* 147(10): pp. 4713-4722.
- Bridges, P. J. and Fortune, J. E. 2007. Regulation, action and transport of prostaglandins during the periovulatory period in cattle. *Mol Cell Endocrinol*. 15:263(1-2):1-9.
- Camp, J. C., Wiildt, D. E and Ho Ward P.K. 1983. Ovarian Activity During Normal and Abnormal Length Estrous Cycles in the Goat. *Biology of Reproduction* 28: pp. 673-681.
- Duffy, M. D. and Stouffer, L.R. 2002. Follicular administration of a cyclooxygenase inhibitor can prevent oocyte release without alteration of normal luteal function in rhesus monkeys. *HumanReproduction* Vol.17, No.11 pp. 2825-2831.
- Savio, J. D. Boland, M. P. Roche, J. F. 1990. Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in postpartum dairy cows. *J. Reprod. Fert.* 88: pp 581-588.
- Miranda, J.L., Binelli, M. Bertolin, K. Pelletier, R. M., Murphy, B.D. 2010. Scavenger receptor B-1 and Luteal function in the mouse. *J. Lipid Res.* Vol 8. 51:e2352.

USO DE ZERANOL EN DOSIS REPETIDAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO Y CARACTERISTICAS DE LA CANAL DE CORDEROS EN ENGORDA

USE OF ZERANOL IN DOSES REPEATED ON BEHAVIOR AND TRAITS OF CARCASS FROM SHEEP IN FATTENING

Perla A. Montoya¹, Guillermo Villalobos², Leonardo Carlos², David Domínguez² y Juan A. Gutiérrez².

¹Alumno Posgrado, Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, erzulie84@hotmail.com.mx ²Profesor-investigador, Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, gvilla@uach.mx, lcarlos@uach.mx, ddd333@hotmail.com.mx, jortega@uach.mx

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto del implante Ralgro en dosis repetidas, sobre el comportamiento productivo y características de la canal de 39 corderos (machos) de crucea terminal. Los tratamientos fueron: No implantados (NI); implantados con 12 mg de zeranol (12Z); y doble implante de 12 mg de zeranol (12-12Z), con alimentación *ad libitum* (15:85) a las 0800 y 1300 h. No se encontró diferencia en peso vivo por periodo (PVP) ($P \geq 0.05$; 45.7 ± 6.9 , 46.8 ± 4.9 y 54.1 ± 5.4 kg para NI, 12Z y 12-12Z, respectivamente), consumo de materia seca (CMS) ($P \geq 0.05$; 1.44 ± 0.45 , 1.50 ± 0.46 y 1.63 ± 0.32 kg para NI, 12Z y 12-12Z respectivamente), ganancia diaria de peso GPD ($P \geq 0.05$; 0.342 ± 0.127 , 0.352 ± 0.106 y 0.386 ± 0.108 kg para NI, 12Z y 12-12Z, respectivamente); y conversión alimenticia (CA) ($P \geq 0.05$; 4.8, 4.6 y 4.5 kg para NI, 12Z y 12-12Z, respectivamente). Zeranol afectó el rendimiento en canal (RC) ($P \leq 0.05$; $57.68 \pm 0.47\%$, $57.07 \pm 0.46\%$, y $59.22 \pm 0.43\%$ para NI, 12Z y 12-12Z respectivamente), peso de la canal caliente (PCC) ($P \leq 0.05$); 12-12Z (29.0 ± 0.5 kg) y 12Z (27.2 ± 0.5 kg) vs NI (25.9 ± 0.5 kg) y peso de la canal fría (PCF) ($P \leq 0.05$) de 12-12Z y 12Z (28.6 ± 0.5 y 26.9 ± 0.5 kg, respectivamente) vs NI (25.6 ± 0.5 kg). El peso de la piel (PPI) y grasa peri renal (GPR) fueron iguales ($P \geq 0.05$). El implante de zeranol no afectó el comportamiento productivo de los corderos, pero mejoró el rendimiento en canal de los mismos, reflejándose en la producción de canales más pesadas (1.7 kg) con un implante de zeranol y de 3 kg con doble aplicación.

Palabras clave: corderos, zeranol, comportamiento, canal

Introducción

Las condiciones climáticas extremas predominantes en las zonas desérticas de todo el mundo han sido factores que afectan el desarrollo de la actividad agropecuaria en estas regiones, pocas razas de las diferentes especies animales domesticadas son capaces de sobrevivir, y más aun de producir eficientemente bajo estas condiciones (Macías *et al.*, 2010).

El uso de promotores del crecimiento en la producción de carne se remonta desde 1950, como mejoradores de la ganancia diaria de peso (GPD), mejora en la eficiencia alimenticia y en las utilidades económicas de la empresa. La mayoría de los trabajos con implantes de

zeranol en novillos y corderos señalan un aumento en el peso vivo en torno al 9.5%, y una mejor conversión alimenticia de aproximadamente 6.5% (Sanz y López 1999).

El implante Ralgró® en dosis de 12 mg de zeranol, es uno de los pocos implantes anabólicos aprobados para su uso en ovinos en engorda destinados a sacrificio que mediante hormonas secundarias estimulan la generación de proteína muscular con mayor efecto durante los primeros 30 días, generando el mayor beneficio sobre la ganancia diaria de peso en el ganado implantado; para después disminuir y mantener su efecto hasta los 60 días posteriores a la implantación (Reinhard, 2007).

Los objetivos fueron determinar el efecto de utilizar una sola dosis de Zeranol o dosis repetidas sobre: 1) el comportamiento productivo de corderos cruce terminal (de ovejas F1) raza Charoláis y Texel en engorda; y 2) evaluar las características de la canal de estos corderos.

Los datos obtenidos serán de gran ayuda para contribuir a mejorar los sistemas de producción ovina intensivos en el país.

Materiales y Métodos

Se utilizaron 39 corderos (machos) con peso vivo promedio de 26.53 ± 4.6 kg, de cruce terminal con encaste de raza Charoláis y Texel, con ovejas F1 (de la cruce de hembras Pelibuey o Black Belly con sementales Dorper o Katahdin). Los tratamientos fueron: no implantados (NI); implantados con 12 mg de zeranol en el día 0 (12Z) y doble implante de 12 mg de zeranol en los días 0 y 28 (12-12Z). Se realizó manejo profiláctico de vacunación (Bobact-8®, Intervet) y desparasitación (Baymec 1% Hidrófilico, Bayer). Se llevó a cabo un periodo de adaptación a la nueva dieta de 10 días. Se ofreció agua a libre acceso mediante bebederos automatizados y los corderos fueron alimentados *ad libitum* dos veces durante el día (las 0800 y 1300 h), proporcionándoles forraje y concentrado inicialmente en relación 25:75, llevándose gradualmente hasta 15:85. Los corderos fueron pesados cada 14 días. Se tomaron muestras de alimento y se realizaron análisis de MS, MO, PC, FC, y EE, de acuerdo a los métodos (934.01, 942.05, 942.05, 976.05, 962.09 y 920.39 respectivamente) descritos por la AOAC (2003). El contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Acido (FDA), se determinó de acuerdo al método de Van Soest et al. (1991). El diseño experimental utilizado para las variables peso vivo por periodo (PVP), peso final (PEF), consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) fue un diseño en bloques completamente al azar con medias repetidas en el tiempo para todas las variables de la prueba de comportamiento, siendo el factor principal el implante de zeranol (sin implantar, implantados con 12 mg y con 24 mg de zeranol) y el efecto de peso inicial (PI) como covariable, la corraleta fue considerada como unidad experimental, y el efecto de raza fue anidado en la corraleta. El análisis de varianza se realizó mediante el procedimiento PROC MIXED de SAS (SAS, 2002) y se ajustó el modelo general para cada variable. Para las variables rendimiento en canal (RC), peso de la canal caliente (PCC) peso de la canal fría (PCF), peso de la piel (PPI) y grasa peri renal (GPR), las medias de cuadrados mínimos se analizaron por el procedimiento GLM y la comparación de medias se realizó con una prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

El implante con zeranol no incrementó el peso vivo de los corderos a través de los periodos experimentales y al termino del estudio. Sin embargo, el PVP mostró una tendencia lineal ($P \leq 0.0001$) a través de la prueba. Se encontró efecto de PI sobre PVP ($P \leq 0.0001$) pero no de tratamiento ($P \geq 0.05$). Al respecto Nsahlai *et al.* (2002) sugieren que el uso de zeranol puede afectar el PVP cuando la ingesta de proteína es limitante. La dieta utilizada tuvo un nivel de 13% PC debido quizá a variaciones en el contenido nutritivo del forraje utilizado; sin embargo las demandas nutricionales de los corderos evaluados fueron cubiertas pues se ofreció alimentación a libre acceso y los borregos consumieron en promedio 19.7 % (± 5.4) de PC. El CMS evidencio una tendencia cuadrática ($P \leq 0.05$) sin efecto de los días en la prueba ($P \geq 0.05$) además el CMS de los corderos aumento conforme aumentaron los días en el estudio (Grafica 1). No se encontró efecto de utilizar un solo implante o reimplantar, ($P \geq 0.05$; 12-12Z 1.63 ± 0.32 kg, 12Z 1.50 ± 0.46 kg y NI 1.44 ± 0.45 kg) sobre CMS de los corderos, esto coincide con datos reportados por González (2009) quien no encontró diferencia en CMS de borregos de pelo enteros e implantados con zeranol (1.55 kg) y no implantados (1.49 kg).

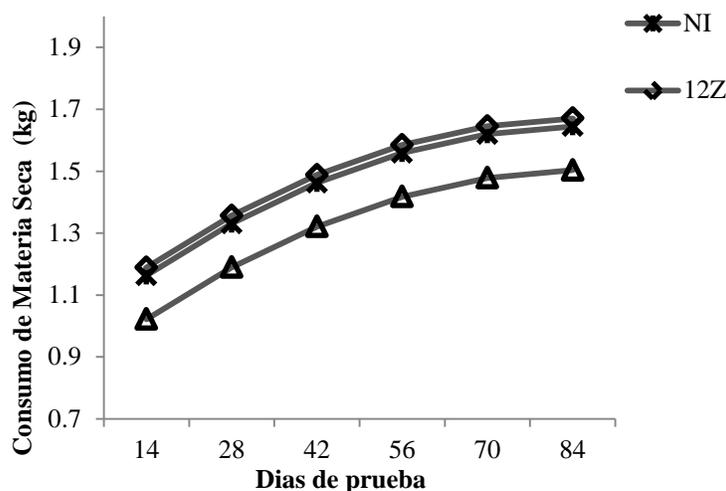


Figura 1. Consumo de Materia Seca de corderos implantados con zeranol durante los días de prueba

El efecto positivo de zeranol en características productivas ha sido bien establecido, y se atribuye a un mejor balance de nitrógeno pues zeranol permite una mayor retención de nitrógeno (Hufstedler y Greene, 1995) con bajo o nulo efecto sobre CMS (Domínguez *et al.*, 2010). Durante el estudio de comportamiento se registraron temperaturas promedio máximas de 36.2 y mínimas de 20.3 °C que pudieron afectar el consumo de alimento de los animales. A pesar de que los ovinos de pelo son una especie que ha sido desarrollada en climas tropicales con temperatura y humedad altas lo cual les confiere tolerancia a dichas condiciones climáticas (Macías *et al.*, 2010). No se evaluó la temperatura durante nuestro estudio de comportamiento, sin embargo se considera relevante mencionarlo por los efectos

fisiológicos adversos que representa un cuadro de estrés calórico en la productividad de los animales. No se encontró efecto de tratamiento ($P \geq 0.05$) sobre GPD a través de los días y en el total de la prueba (NI 0.342 ± 0.127 ; 12Z 0.352 ± 0.106 ; y 12-12Z 0.386 ± 0.108 kg). Wilson *et al.* (1972) encontraron que en los días 39 al 78 no se encontró diferencia en la GDP de corderos implantados y no implantados. Lane y Kemp (1990) observaron que el uso de zeranol no afectó GPD en los primeros 21 días post implantación ($P \geq 0.05$) pero si mejoro en 14.2% la GDP entre los días 21 al 40 de la prueba de comportamiento ($P \leq 0.01$). Tampoco se encontró efecto de tratamiento ($P \geq 0.05$) sobre la CA por periodo y total del estudio (NI 4.8 ± 2.1 ; 12Z 4.6 ± 1.6 ; y 12-12Z 4.5 ± 1.4 kg). Datos reportados por Wilson *et al.* (1972) sugieren que el efecto sobre CA de zeranol se mantiene durante los primeros 39 días post implantación generando mejoras de hasta 9.9% en eficiencia alimenticia de los corderos, para después de este periodo mantenerse igual en animales implantados y no implantados. Los valores promedios para PS no evidenciaron diferencia entre tratamientos ($P \geq 0.09$); 50.4 (± 1.3), 52.5 (± 1.2) y 54.5 (± 1.2) kg para NI, 12Z y 12-12Z, respectivamente, lo cual es consistente con resultados obtenidos por Nold *et al.* (1992) quienes no encontraron diferencias en PS de corderos a los cuales se les aplico un implante y fueron reimplantados (entre los 55 y 98 días de edad) y corderos no implantados. No se encontró efecto de PI sobre RC ($P \geq 0.05$) pero si efecto de tratamiento ($P \leq 0.05$) los corderos de 12-12Z tuvieron 2% más de RC ($59.22 \pm 0.43\%$) que NI ($57.68 \pm 0.47\%$) y 12Z ($57.07 \pm 0.46\%$) respectivamente (Cuadro 1). Al respecto Bianchi *et al.* (2006) encontraron que el peso al sacrificio afectó la conformación de la canal de corderos machos y hembras no implantados. Zeranol mejoro el PCC de los corderos, 12-12Z (29.0 kg) y 12Z (27.2 kg) tuvieron mejor PCC ($P \leq 0.05$) que NI (25.9 kg) lo cual coincide con Wilson *et al.* (1972) quienes encontraron que las canales de animales tratados con 12 mg de zeranol fueron más pesadas (23.7 kg) que las de animales no tratados (22.7 kg) y lo atribuyen a un aumento en el contenido de agua y proteína en la composición de las canales. De igual manera los corderos implantados tuvieron mayor PCF ($P \leq 0.05$; 28.73 y 27.77 kg para 12-12Z y 12Z, respectivamente) que los no implantados (NI; 24.6 kg). El PPI y la GPR no fueron afectados por el tratamiento ($P \geq 0.05$) (Cuadro 1).

Conclusiones

El comportamiento productivo de corderos de pelo en fase de finalización con dietas altas en concentrado no fue afectado por el implante único o repetido de zeranol. Sin embargo, el uso del implante mejora el rendimiento en canal y el peso de la misma en corderos cuando estos se finalizan intensivamente con dietas altas en concentrado. Lo cual se refleja en la producción de canales más pesadas 1.7 kg cuando se utilizó un implante de zeranol y hasta de 3 kg con doble aplicación. Todo lo anterior se traduce en ganancias de \$11 730 más por cada 100 animales tratados con 12 mg de zeranol, y de \$20 700 utilizando dos implantes de zeranol con un precio en el mercado por kilogramo de canal de \$69; tomando en cuenta un

costo de implantación por animal de \$5.00 (un implante) y \$10.00 (dos implantes) respectivamente.

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos (\pm EE) para característica de la canal de corderos en engorda implantados con zeranol.

NI: Control; 12Z: Un implante de 12 mg de zeranol; 12-12Z: dos implantes de 12 mg de zeranol.

Variable	Tratamiento			P
	NI	12Z	12-12Z	
Peso Sacrificio, (kg)	50.4 ^b \pm 1.26	52.5 ^a \pm 1.2	54.5 ^a \pm 1.2	0.0009
Rendimiento en Canal (% PV)	57.7 ^b \pm 0.5	57.1 ^b \pm 0.5	59.2 ^a \pm 0.4	0.011
Peso Canal Caliente, (kg)	25.9 ^b \pm 0.5	27.2 ^a \pm 0.5	29.0 ^a \pm 0.5	<0.0001
Peso Canal Fría, (kg)	25.6 ^b \pm 0.5	26.9 ^a \pm 0.5	28.6 ^a \pm 0.5	<0.0001
Grasa Peri Renal (% PV)	1.2 \pm 0.1	0.92 \pm 0.1	1.27 \pm 0.1	NS
Piel (kg)	4.3 \pm 0.3	4.5 \pm 0.3	4.7 \pm 0.2	NS

Diferentes literales dentro de renglón indican diferencia estadística.

NS: No significativo $P \geq 0.05$

Literatura Citada

- AOAC. 2003. Official Methods of Analysis. 17 th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Bianchi, G., Garibotto, G., Feed, O., Bentancur, O., y Franco, J. 2006. Efecto del peso al sacrificio sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos Corriedale puros y cruza. Arch. Med. Vet. 38: 161-166.
- Domínguez, D., Amaya, G., Villalobos, G., Castillo, H., Ortega, J. A. y Carlos, L. 2010. Use of zeranol and reimplantation on performance of finishing hair lambs. Proc. West. Sec. Am. Soc. Anim. Sci. 61:297-299.
- González, H. 2009. Manipulación del comportamiento productivo, la calidad de la canal y la carne de corderos de pelo en confinamiento, mediante la castración y un promotor del crecimiento. Disertación. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México.
- Hufstедler, G. D., y Greene, L. W. 1995. Mineral and nitrogen balance in lambs implanted with zeranol. J. Anim. Sci. 73:3785-3788.
- Lane, S.F., y Kemp, R. A. 1990. The effects of shearing and Ralgro implants on feedlot performance of lambs during the summer. Can. J. Anim. Sci. 70: 743-750.
- Macías, U., Valenzuela, F. D., Rodríguez, J., Correa, A., Torreniera, N.G., Molina, L. y Avendaño, L. 2010. Crecimiento y características de canal en corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Kathadin en confinamiento. Arch Med Vet 42, 147-154.
- Nold, R.A., Unruh, J.A., Spaeth, C. W. y Minton, J. E. 1992. Effect of zeranol implants in ram and wether lambs in performance traits, carcass, characteristics, and suprial cut yields and distribution. J. Anim. Sci. 70:1699-1707.
- Nsahlai, I.V., Green, H., Bradford, M. y Bonsi, M.L.K. 2002. The influence of source and level of protein, and implantation with zeranol on sheep growth. Livestock Production Science 74:103-112.
- Reinhardt, C. D. 2007. Growth-promotant implant: managing the tools. Veterinary Clinics of North América; Food Animal Practice. 23:309-319.
- Sanz, B. y López, P. 1999. Salud Humana y Xenobioticos Animales. Universidad de Zaragoza. España.
- SAS Institute. 2002. SAS User's guide. Sas Institute Inc., Cary, NC.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B. y Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy. Sci. 74: 3583-3579.
- Wilson, L. L., Borger, M. L., Petterson, A. D., Rugh, M. C. y Orley, C. D.. 1972. Zeranol, dietary protein level and Methionine Hidroxy Analog on growth and carcass characteristics and certain blood metabolites in lambs. J. Anim. Sci. 35:128-132.

PREVALENCIA DE *EIMERIA* spp. EN OVINOS DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL ANIMAL, MANEJO Y DE UBICACIÓN DE LA GRANJA

PREVALENCE OF *EIMERIA* SPP. IN OVINES ACORDING TO THE PARTICULAR TRAITS IN THE ANIMAL, MANAGEMENT AND LOCATION OF THE FARM.

Marcela I. Morales¹, Javier A. Munguía², José C. Leyva², Javier R. Reyna², Juan F. Hernández²

¹ Centro de Investigación Regional del Noroeste del INIFAP-CENEB morales.marcela@inifap.gob.mx

² Depto. de Ciencias Agronómicas y Veterinarias del ITSON.

Resumen

Para determinar el efecto de las características particulares del animal, manejo y ubicación de las granjas ovinas sobre la prevalencia de *Eimeria* spp. en ovinos, 563 animales fueron muestreados pertenecientes a 16 (n= 366) hatos en la región semi-húmeda (RSH) y 8 (n= 197) en la región seca (RS) Sonora, México. El diagnóstico parasitológico en las muestras de heces se realizó mediante la técnica cualitativa de flotación y el conteo de ooquistes mediante McMaster. Los animales positivos a coccideas fueron agrupados de acuerdo a la información general del hato (manejo sanitario y tipo de sistema de producción) y particular (edad y sexo) de cada ovino muestreado. La estación de Primavera-verano (PV) y Otoño-Invierno (OI) fue considerada. En general se observa que la presencia de *Eimerias* es similar en PV (23.2%) y OI (24.4%). Mayor proporción de animales infectados se encontró en las hembras (66.8%) y en especial entre 7 y 12 meses de edad (37.7%). En hatos donde no se desparasita se observó un 15% de positivos mientras que donde se desparasita 21.8%. La estabulación parcial resultó en mayor porcentaje de animales infectados (30.1%) que bajo estabulación total (15.4%). La presencia de coccideas en el estado de Sonora, ocurre en cualquier época del año. El sexo y edad del animal son particularidades de vulnerabilidad para el desarrollo de la enfermedad. El manejo sanitario es importante para el control del protozoario pero no garantiza protección por mala higiene en corrales o praderas contaminadas.

Palabras clave: vulnerabilidad, coccideas, temporada, sexo, edad, manejo sanitario.

Abstract

In order to determine the effect of particular traits of the animal, management and location of sheep farms on the prevalence of *Eimeria* spp. in ovine, 563 animals were sampled belonging to 16 (n = 366) herds in the semi-humid (SHR) and 8 (n = 197) in dry region (DR) of Sonora, Mexico. The parasitological diagnosis in feces samples was performed using the qualitative technique of flotation and the oocyst counting by McMaster. Animals positive to coccidia were grouped according to the general herd information (type of health management and production system) and individual (age and sex) for each sampled sheep. The spring-summer season (SS) and autumn-winter (AW) was considered. In general it was found that the presence of *Eimeria* is similar in SS (23.2%) and AW (24.4%). Higher proportion of infected animals was found in females (66.8%) and especially between 7 and 12 months of age (37.7%). A 15% of positives in no dewormed herds and 21.8% in dewormed. The partial confinement resulted in a higher percentage of infected animals (30.1%) that in confinement (15.4%). The presence of coccidia in Sonora occurs at any season of year. The sex and age of the animal are particular vulnerabilities for the disease development. Sanitarian management is important for the protozoan control but does not guarantee protection for poor hygiene in pens or contaminated praires.

Keywords: vulnerabilite, coccidea, season, sex, age, sanitarian management.

Introducción

La severidad del impacto económico que tienen las enfermedades parasitarias sobre las especies domésticas radica en la vulnerabilidad a la infestación (Kahn et al., 2011). Cualquier edad es susceptible a una infección de este tipo, pero los animales jóvenes o que estén en estado de inmunodepresión por cualquier tipo de estrés como espacio vital, alimento, etc. (Faizal y Rajapakse, 2001). Sin embargo, la higiene juega un papel importante en el nivel de exposición *individuo-agente* para el desarrollo de la enfermedad. La coccidiosis es una enfermedad parasitaria producida por la presencia y acción de protozoarios del género *Eimeria*, también conocidos como coccidias, localizadas principalmente en la mucosa intestinal. A esta enfermedad también se le conoce como chorro y con menos frecuencia diarrea hemorrágica, disentería parasitaria, chorro con sangre o eimeriosis (Abebe et al., 2008). Por ser un agente biológico, este protozoario tiene requerimientos climáticos para su óptimo desarrollo, es por esto que los climas húmedos y cálidos son los más benéficos (Yakhchali y Golami, 2008). El noroeste de México se caracteriza por ser una zona desértica y semi-húmeda en la región agrícola del sur de Sonora en donde se ha reportado la presencia de *Eimeria spp.* en pequeños rumiantes, sin embargo, algunos factores intrínsecos al sistema de producción de cordero pueden determinar la dinámica de la coccidiosis de acuerdo a la zona climática del estado. En base lo anterior, el objetivo del presente estudio fue caracterizar la presencia de *eimerias* de acuerdo a las particularidades en el individuo y sistema de producción.

Materiales y Métodos

Descripción de lugar y animales de estudio:

Para el estudio se dividió en región semi-húmeda (RSH) y seca (RS), ubicadas respetivamente al sur y norte del estado de Sonora por sus particularidades climáticas. Para ambas regiones se consideraron las Asociaciones Ganaderas Locales Especializadas en Ovinos (AGLEO) que le corresponden. Se seleccionaron aleatoriamente 16 hatos (RSH) y 8 para la RS. En cada hato se muestreó aproximadamente el 20% (15-30 animales) de la población existente. Durante el muestreo, se llenaban dos cuestionarios: uno del hato y otro por cada animal. El primero incluía datos generales del rancho como nombre del rancho, propietario, lugar, fecha, manejo sanitario del ganado, entre otros; el segundo edad, sexo, número de partos, raza, arete y procedencia.

Colecta y procesamiento de muestras:

En cada hato las muestras eran tomadas (10gr.) directamente del recto del animal y depositadas en una bolsa de plástico identificada con el número de arete del animal. Las muestras eran conservadas en una hielera (°C) y transportadas al Lab.de Parasitología del Depto. de Ciencias Agronómicas y Veterinarias del Instituto Tecnológico de Sonora.

Diagnóstico y conteo de ooquistes:

En el laboratorio se realizó la prueba cualitativa de flotación técnica descrita por Munguía (2003). Las muestras positivas (+) a *Eimerias* se les realizó la prueba cuantitativa de McMaster para determinar el número de ooquistes por gramos de heces (NOGH) (Munguía, 2003).

Análisis de la información:

La información del NOGH y las variables logísticas recabadas en los cuestionarios fue vertida en una base de datos en Excel. La carga (*ligera, moderada o severa*) y el porcentaje de animales positivos a *Eimerias* fueron analizados de acuerdo a características de la granja de acuerdo a la región (RSH vs RS) y estación del año (Primavera-Verano/Otoño-Invierno); como particularidades de los animales la edad en meses (3 a 6, 7 a 24 y > de 25 meses) y sexo (macho/hembra). Como manejo de la granja se consideró la Desparasitación (1 a 2 veces al año) y No Desparasitación en los programas sanitarios en los sistemas de producción estabulado total o parcial (pastoreo y encierro nocturno). En algunos casos, aunque se contabilizó el NOGH no hubo información precisa en las diferentes variables, quedando como *No Sabe*.

Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se observa que de un total de 563 animales, el 47.6% fue positivo a coccideas, donde el porcentaje de animales positivos fue porcentualmente similar entre regiones. Era de esperar mayor población del parásito en PV como en el RSH, sin embargo en RS se comportó inversamente proporcional, lo cual fue probablemente al número de hatos muestreados, sin embargo, es un indicativo que las infecciones por coccideas pueden ocurrir en cualquier época del año en Sonora y el manejo sanitario del hato. En zonas secas, se ha reportado encontrado *eimeria*, lo que sugiere que su presencia es influida no solo por clima sino por factores de vulnerabilidad como edad o nivel de higiene en el hato (Faizal y Rajapakse, 2001). Yakhchali y Golami (2008) encontraron mayor prevalencia (19.2%) de *eimeria* en la temporada de lluvias que en la época seca (3.4%).

Al evaluar las particularidades de los individuos muestreados (Cuadro 2), se observó que independientemente de la edad, las hembras son las más afectadas en infección y carga parasitaria. En otro estudio, Kahn et al. (2011) reportó mayor prevalencia en hembras (49.26%) que en machos (28.27%). Aún cuando se esperaba que los animales más jóvenes (3 a 6 meses) fueran los más afectados, entre los 7 y 24 meses se encontró la mayor proporción (42.5%) de positivos que en los >25 meses (33.9%). Es probable que aunque en los >25 meses tengan infestaciones graves, estos puedan tolerar por tener un sistema inmunológico más maduro. Lo encontrado en este trabajo concuerda con otro estudio (Faizal y Rajapakse, 2001) donde también reportaron mayor porcentaje de infección animales entre 6 y 12 meses (91%) que en los de 2 a 4 meses (88%) o >12 meses (83%). Resultados similares fueron registrados por Sisodia et al. (1997), quienes observaron mayor incidencia de coccidiosis en animales entre 6 y 12 meses de edad que en >12 meses. De acuerdo con Catchpole et al. (1993), la convivencia con *eimeria* desde el nacimiento favorecen el nivel de inmunidad, ya que estos autores observaron mayor mortalidad (80%) en caprinos que no habían tenido contacto previo con coccideas, mientras que en aquellos animales que habían recibido contacto con el protozoo desde el nacimiento tuvieron mejor tasa de crecimiento sin signos de enfermedad. Yakhchali y Golami (2008) encontraron una correlación positiva entre edad e intensidad en la infección con *eimeria*.

En el cuadro 3, se presentan los resultados del efecto del manejo sanitario sobre el porcentaje de animales infectados. En el cuadro se aprecia que el desparasitar no elimina al 100% los animales positivos, sin embargo, al observar que *No Desparasitar* resultó un 15% de positivos mientras que el desparasitar fue 6.8% mayor sin ese manejo. Una explicación a esto es que en ocasiones los programas de manejo sanitario fallan debido a que se usan compuestos inespecíficos pues se

hacen sin un muestreo de reconocimiento coproparasitológico, no es el momento adecuado, mala dosificación, se quedan animales sin tratamiento o simplemente la higiene en el hato es pobre, lo cual favorece la reincidencia de poblaciones de coccideas más resistentes. Gregory et al. (1989) indicaron que existe inmunidad pasiva (calostro) en borregas expuestas a *eimerias* durante la gestación, lo que reduce la patogenicidad del parásito en sus corderos especialmente cuando se desparasita la borrega con levamisol en la preñez. Del mismo modo, el hecho de tener acceso a praderas para pastoreo y éstas están contaminadas, el riesgo es mayor que si solo están estabuladas. Yakhchali y Golami (2008) mencionan que los animales adultos con cargas parasitarias bajas sirven como fuente de infección a los más jóvenes. Kahn et al. (2011) no observó riesgo con el tipo de alimentación.

En el cuadro 4, se observa que con estabulación parcial el porcentaje de animales positivos (30.1%) fue casi el doble que con encierro total (15.4%). Cai y Mai (2009) reportaron mayor carga parasitaria y porcentaje en ovinos (6 a 12 meses de edad) infectados en bajo estabulación (100%, 3784 NOGH) que en semi-estabulado (96.67%, 1713 NOGH). Kahn et al. (2011) observó que en instalaciones poco ventiladas, con piso de tierra, con encharcamiento y hatos muy grandes el riesgo de infección en los ovinos era mayor. Este autor menciona en su estudio que el tipo de alimentación (pastoreo, estabulado o semi-estabulado), raza y condición corporal no representaron riesgo para la prevalencia de coccidiosis.

Conclusiones

La presencia de coccideas en el estado de Sonora ocurre en cualquier época del año. El sexo y edad del animal son particularidades de vulnerabilidad en los individuos para el desarrollo de la enfermedad. El manejo sanitario es importante para el control del protozooario pero no garantiza protección por mala higiene en corrales o praderas contaminadas. Se requiere la evaluación profiláctica bajo diferentes condiciones ambientales y particularidades en los individuos infectados para una mejor estrategia de control contra las especies de *eimerias* más patógenas.

Cuadro 1. Distribución porcentual de animales positivos (+) a *Eimerias* de acuerdo a su distribución agroecológica y estación del año en el estado de Sonora.

Clima	Muestra	(+) <i>Eimerias</i> (%)	ESTACIÓN DEL AÑO	
			PV(%)	OI (%)
RSH	366	21.6%	14.5%	7.1%
RS	197	26.0%	8.7%	17.3%
Total	563	47.6%	23.2%	24.4%

RSH= Región semi-húmeda, RS= Región Seca

Cuadro 2. Distribución porcentual de animales positivos (+) a *Eimerias* y carga parasitaria (NOGH) de acuerdo al sexo y edad.

Individuos	(+) <i>Eimerias</i>	3-6 meses		7-24 meses		>25 meses	
		M	H	M	H	M	H
n= 563	130 (100%)	0%	1.5%	3.8%	37.7%	6.2%	27.7%
NOGH		0	750	1600	9,450	1300	56,600

M= macho, H=hembra. Infestación Moderada= 0-15,000 ooquistes; Infestación Grave 15,000-30,000

Cuadro 3. Porcentaje de animales positivos (+) a *Eimeria* de acuerdo al manejo sanitario.

Manejo	Muestras	<i>Eimerias</i>	
		(+)	(-)
Desparasita	n=377	21.8%	78.2%
No Desparasita	n=20	15.0%	85.0%
No sabe	n=166	27.1%	72.9%

Cuadro 4. Porcentaje de animales positivos (+) a *Eimeria* de acuerdo al sistema de producción.

Estabulación	Muestras	<i>Eimerias</i>	
		(+)	(-)
Total	267	15.4%	84.6%
Parcial	296	30.1%	69.9%

Total= encierro en corrales, Parcial= Acceso a praderas y encierro nocturno.

Literatura Citada

- Abebe,R., Wossene,A. & Kumsa,B. 2008. Epidemiology of *Eimeria* Infections in Calves in Addis Ababa and Debre Zeit Dairy Farms, Ethiopia. *Int J Appl Res Vet Med*, 6, 24-30.
- Cai,K. Z. & Bai,J. L. 2009. Infection intensity of gastrointestinal nematodosis and coccidiosis of sheep raised under three types of feeding and management regimes in Ningxia Hui Autonomous Region, China. *Small Rumin Res*, 85:111–115.
- Catchpole,J., Norton,C. C. & Gregory,M. W. 1993. Immunisation of lambs against coccidiosis. *Vet Rec*. 132:56–59
- Faizal,A. C. M. & Rajapakse,R. P. V. J. 2001. Prevalence of coccidia and gastrointestinal nematode infections in cross bred goats in the dry areas of Sri Lanka. *Small Rumin Res*, 40:233–238.
- Gregory,M. W. Catchpole,J., Nolan,A. & Hebert,C. N. 1989. Ovine coccidiosis: studies on the pathogenicity of *Eimeria ovinoidalis* and *E. crandallis* in conventionally-reared lambs, including possible effects of passive immunity. *Dtsch. Tierarztl. Wochenschr*, 96:287–292.
- Khan,M. N. T. Rehman,Z., Iqbal,M. S., Sajid,M. & Ahmad,M. R. 2011. Prevalence and Associated Risk Factors of *Eimeria* in Sheep of Punjab, Pakistan. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 79: 443-447.
- Munguía,X. J. A. 2003. Manual de prácticas del laboratorio de parasitología. Instituto Tecnológico de Sonora. Pp.36, 55.
- Sisodia,S. L., K., Pathak,M. L., Kapoor,M., Chauhan,P. P. S. 1997. Prevalence and seasonal variation in *Eimeria* infection in sheep in western Rajasthan. *J Vet. Parasitol*, 11, 95-98.
- Yakhchali,M. & Golami,E. 2008. *Eimeria* infection (Coccidia: Eimeriidae) in sheep of different age groups in Saandaj city Iran. *Vet arhiv*, 78, 57-64.

VALOR NUTRITIVO Y CONSUMO DE LA SUPLEMENTACION DE *Leucaena leucocephala* MAS UNA FUENTE ENERGTICA EN LA DIETA DE OVINOS EN PASTOREO

NUTRITIVE VALUE AND CONSUMPTION OF *Leucaena leucocephala* SUPPLEMENTATION PLUS ENERGETIC SOURCE IN THE DIET OF GRAZING SHEEP

Isis A. de la Riva Rodríguez^a, Juan F. Torres^a, Carlos Sandoval^b, Javier Solorio^a, Rómulo Bañuelos^a, Luis H. Díaz^a y Alberto Muro^a

^aUnidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas,

^bFacultad de Medicina Veterinaria, Universidad Autónoma de Yucatán

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la suplementación con follaje *L. leucocephala* con y sin sorgo sobre el porcentaje de glóbulos rojos, consumo de suplemento, consumo de pasto, ganancia de peso vivo y excreción de huevos de nematodos gastrointestinales en ovinos pastando *C. nlemfuensis*. Se utilizaron 32 ovinos de pelo, los cuales fueron divididos en forma completamente al azar en cuatro grupos de 8 animales con un peso vivo de 18 ± 2 kg, y una edad promedio de cuatro meses. Se determinó: Hematocrito en los cuales el porcentaje de glóbulos rojos en sangre fue de 28.5, 30.17, 29.15 y 29.87 para cada uno de los tratamientos, mostrando diferencias significativas entre el T1 con los demás tratamientos ($P=0.0389$). El consumo de suplemento fue de 99.3, 84.2, 84.4 y 37.3 g de MS/animal/día para T1, T2, T3 y T4, respectivamente, encontrándose diferencias entre el T4 con los demás tratamientos. En el consumo de pasto se encontraron diferencias principalmente entre el T1, T2 y T4 con el T3, con consumos de 428.1, 409.8 y 422.7 y 295.4 gr de MS/animal/día respectivamente ($P<0.01$). En la ganancia diaria de peso se observaron valores de 64.87, 76.25, 55.12 y 47.50 g de ganancia de peso por día para T1, T2, T3 y T4, respectivamente y sin diferencias. También se encontraron diferencias de HPG de heces entre el T1, T3, y T4 con T2 con conteos de 178.75, 261.25, 193.7 y 6.25 respectivamente ($P=0.0128$). Los resultados muestran que la inclusión de *L. leucocephala* influye sobre el consumo total de alimento pero no sobre la ganancia de peso. Los ovinos suplementados con *L. leucocephala* mostraron diferencias significativas en las concentraciones de glóbulos rojos, consumo de suplemento, consumo de pasto y HPG de heces de NGI, sin encontrar diferencias en la ganancia de peso vivo.

Palabras claves: ovinos, *L. leucocephala*, *C. nlemfuensis*, parasitosis.

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of supplementation with foliage *L. leucocephala* with and without sorghum, on the percentage of red blood cells, supplement intake, grass intake, weight gain and excretion of gastrointestinal nematode eggs, in sheep grazing *C. nlemfuensis*. A total of 32 hair sheep were divided at random into four groups of 8 animals with an average of live weight of 18 ± 2 kg and an average age of four months. Were determined: hematocrit in which the % of red blood cells was 28.5, 30.17, 29.15 and 29.87 for each of the treatments, showing significant differences between the T1

with the other treatments ($P=0.0389$). Supplement intake was 99.3, 84.2, 84.4 and 37.3 g DM/animal/day for T1, T2, T3 and T4, respectively, differing from the other treatments T4 treatment. In grass intake differences were primarily between T1, T2 and T4 to T3, with consumption of 428.1, 409.8 and 422.7 and 295.4 g DM/animal/day, respectively ($P<0.01$). The daily weight gain were observed values 64.87, 76.25, 55.12 and 47.50 g of weight gain per day for T1, T2, T3 and T4, respectively, without differences. There were also differences of EPG between T1, T3, T2 and T4 counts of 178.75, 261.25, 193.7 and 6.25 respectively ($P=0.0128$). Results show that inclusion of *L. leucocephala* influences the total intake of food but not on weight gain. Sheep supplemented with *L. leucocephala* showed significant differences in the concentrations of red blood cells, supplement intake, consumption of grass and counts of HPG of GIN, no differences in weight gain.

Keywords: sheep, *L. leucocephala*, *C. nlemfuensis*, supplementation, parasite.

Introducción

En el trópico mexicano la producción de ovinos depende del pastoreo y ramoneo. Sin embargo, los pastos del trópico son deficientes en proteína y energía, lo que a su vez, afecta las variables productivas de los animales, tales como consumo de alimento y ganancia diaria de peso (Gutteridge y Shelton, 1994). Una opción para solucionar este problema es mediante la suplementación. Aunque generalmente los ovinocultores relacionan suplementación con granos y por lo tanto en costos elevados de producción, se puede disponer de otros recursos forrajeros poco comunes (gramíneas y leguminas) que se pueden usar como suplemento en la alimentación de pequeños rumiantes. Además de aportar los nutrientes faltantes en estas áreas de pastoreo, el uso de estas gramíneas y leguminas reduce el costo de alimentación y consecuentemente el costo de producción (Hess y Lascano, 1997). Una posible estrategia de suplementación en los sistemas de pastoreo en el Trópico, es el uso de leguminas en asociación con gramíneas, como lo es la asociación de *L. leucocephala* y estrella africana (*C. nlemfuensis*). La *L. leucocephala* puede producir considerables cantidades de biomasa de excelente calidad. Esta planta puede además aportar la proteína que no tienen los pastos tropicales convencionales y puede sustituir los costosos insumos proteicos convencionales. El follaje de *L. leucocephala* se ha utilizado con éxito como suplemento alimenticio para el ganado alimentado con pastos nativos. Es de esperarse también que la suplementación con *L. leucocephala* mejore simultáneamente la productividad y tolerancia a parásitos de los ovinos alimentados en praderas solamente de gramíneas pero esto no ha sido estudiado. Además, es posible que la cantidad de N (nitrogeno) proveniente de la suplementación con *L. leucocephala* pueda ser tan elevada que sea benéfico incluir en la dieta una fuente de energía dietética para hacer uso de dicho N. Estudios recientes con ovinos en una pradera de estrella de África (*C. nlemfuensis*) y *L. leucocephala* mostraron beneficios en el aprovechamiento de estos y una suplementación con energía (Retama, 2008).

Por otro lado, se reconoce que el follaje de *L. leucocephala* contiene compuestos secundarios que han demostrado su efecto antihelmíntico (AH) *in vitro* (Alonso-Díaz *et al.*, 2007, 2008). Algunos de los beneficios al suplementar con este tipo de plantas como la *L. leucocephala* consisten en una mayor ganancia de peso e incluso mayor capacidad de tolerar la infección por nematodos gastrointestinales (NGI). Sin embargo, se desconoce con precisión si el consumo de este follaje tendría algún beneficio *in vivo*. Por lo tanto, el presente estudio pretende determinar el efecto de la suplementación de follaje *L. leucocephala* con y sin sorgo sobre la ganancia peso vivo y consumo de alimento así como la excreción de huevos de nematodos gastrointestinales en ovinos alimentados con pastos tropicales.

Materiales y Métodos

Sitio experimental

El estudio se realizó entre los meses de septiembre-noviembre de 2011 con una duración de 63 días en la localidad de Dzununcan, Mérida, Yucatán.

Animales

Se utilizaron 32 ovinos de pelo, los cuales fueron divididos de forma aleatoria en cuatro grupos de 8 animales con un peso vivo de 18 ± 2 kg, aproximadamente de cuatro meses de edad. Se alojaron en corrales de concreto, techados y cercados con malla ciclónica. Las áreas en las que pastaron contaron con divisiones de cerco eléctrico además de un sistema de riego. Estuvieron en una pradera de pasto estrella de África (*C. nlemfluensis*) con una capacidad de carga de 30 animales por ha. Todos los ovinos pastorearon nueve horas diarias (7:00 a 15:00 h). Con excepción del Grupo del T2, los ovinos se expusieron a infección inducida de NGI desde el destete, este grupo fue tratado cada 29 días con una dosis subcutánea de moxidectina (Cydectin® Fort Dodge Animal Health, México) hasta el final del estudio.

Hematocrito

Se tomaron muestras de sangre por venopunción yugular cada 14 días con EDTA para al análisis de la concentración de glóbulos rojos.

Consumo de suplemento

Los animales fueron suplementados al volver del pastoreo. Los ajustes de la cantidad de suplemento ofrecido diariamente se basaron en el cambio de peso vivo de los corderos cada 7 días. Diariamente fue recolectado y pesado el suplemento de *Leucaena*, sorgo o concentrado que dejaron los ovinos como rechazo. Muestras de lo ofrecido fueron recolectadas y enviadas al laboratorio para su análisis bromatológico.

Consumo de pasto

El consumo en pastoreo fue estimado por la técnica de cambios de peso vivo del animal durante el periodo de pastoreo. El muestreo se realizó cada 14 días. Cada animal fue pesado antes y después del pastoreo. Se realizó la colecta de la producción total de las heces mediante una modificación de la técnica de Schneider y Flatt (1975). Se utilizaron 2 borregos de cada grupo seleccionados aleatoriamente. Durante el pastoreo los animales no tuvieron acceso al agua. Asimismo durante el pastoreo se tomaron muestras del pasto que los animales consumieron mediante una simulación de pastoreo (Wallis de Vries, 1995).

Ganancia de peso

Los animales fueron pesados individualmente cada 7 días desde el inicio del tratamiento hasta su finalización para determinar el cambio de peso vivo.

Conteo de huevecillos

Para determinar la cantidad de huevos por gramo de heces, se utilizó la técnica Mc Máster modificado (Rodríguez *et al.*, 1994). Para la cual se tomaron muestras de heces directamente del recto del animal utilizando bolsas de polietileno nuevas, identificadas con el número del cordero correspondientemente

cada 14 días a partir del día 12 de inicio del estudio hasta su finalización, las cuales se examinaron en el laboratorio.

Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey. Las diferencias fueron consideradas desde un nivel de significancia de $P=0.05$. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa Statgraphics Centurión XV.II.

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se presentan los resultados con relación a hematocrito, consumo de suplemento, consumo de pasto, ganancia de peso y la cantidad de huevos por gramos en heces. El análisis estadístico mostro diferencias en relación al HT entre el T1 con el T2 libre de NGI y el T4 infectado con NGI y alimentado con pastos y *L. leucocephala* ($P=0.038$), observándose valores en el porcentaje de glóbulos rojos inferiores en el T1 con 28.5%, lo que indica que la infección con NGI afecta la concentración de glóbulos rojos y que la inclusión de *L. leucocephala* no impacta en la concentración de glóbulos rojos aun y cuando el conteo de huevos de NGI fue similar entre estos dos tratamientos. También se observó claramente que en el T2, el cual consistió en animales libres de infección NGI y suplementados con *L. leucocephala* el porcentaje de glóbulos rojos fue el más alto y los HPG de heces fueron los más bajos pues fueron desparasitados, sin embargo no se observó diferencia de HPG de heces entre los animales suplementados con concentrado, sorgo, *L. leucocephala* y las combinaciones de estos, contrario a lo expuesto por otros investigadores que mencionan que han observado que el follaje de *L. leucocephala* contiene compuestos secundarios que han demostrado efecto antihelmíntico (AH) *in vitro* (Alonso *et al.*, 2007, 2008).

Tabla 1. Hematocrito, consumo, ganancia de peso y cargas parasitarias de ovinos pastoreando pastos tropicales.

Variables	Tratamientos				P
	T1	T2	T3	T4	
HT (%)	28.5 ^a	30.17 ^b	29.15 ^{ab}	29.87 ^{ab}	0.038
Consumo Suplemento (g/d)	99.3 ^a	84.2 ^a	84.4 ^a	37.3 ^b	0.000
Consumo Pasto (g/día)	428.1 ^a	409.8 ^{bc}	295.4 ^b	422.7 ^{ac}	0.000
Ganancia Peso (g/día)	64.87	76.25	55.12	47.5	0.242
HPG	178.75 ^{ab}	6.25 ^b	261.25 ^a	193.75 ^{ba}	0.001

T1 = (Control) infectados con NGI y alimentados con pasto y concentrado, T2 = Libre de NGI y alimentados con pasto, *L. leucocephala* y sorgo, T3 = infectados con NGI y alimentados con pasto, *L. leucocephala* y sorgo, T4 = infectado con NGI y alimentados con pastos y *L. leucocephala*.

Se observaron también diferencias en relación al consumo del suplemento, siendo menor el consumo de este para el T4 en los animales con pastos y *L. Leucocephala* con un consumo de 37.3 g/d y un consumo mayor en los animales suplementados con concentrado solamente de 99.3 g/d. En el consumo de pasto también se observaron diferencias principalmente entre el T1 y el T3, siendo mayor el consumo de pasto en el T1 con 428.1g/d y el T3 con 295.4g/d, en los otros tratamientos el consumo fue similar con el T1. Estudios recientes realizados en ovinos y caprinos ramoneando agostadero tropical en México, con varias especies de leguminosas forrajeras han mostrado beneficios en el incremento de aportes de proteína y energía (Torres-Acosta *et al.*, 2004; Martínez-Ortiz de-Montellano *et al.*, 2007) e

incluso energéticos (Gutiérrez-Segura *et al.*, 2003; Landa Cansigno *et al.*, 2005; Garate-Gallardo *et al.*, 2007; Retama, 2008), sin embargo no todas las leguminosas tienen buena palatabilidad para los animales.

El análisis estadístico de la variable ganancia de peso no mostró diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($P=0.24$), sin embargo si se observaron diferencias numéricas con una ganancia de peso inferior en el T4 suplementado solamente con *L. leucocephala* de 47.5 y una ganancia mayor en el T2 sin infección de NGI y suplementado con *L. leucocephala* y sorgo, con un consumo de 76.25. Un estudio realizado con ovinos en una pradera de estrella de África (*C. nlemfuensis*) y *L. leucocephala* mostró un beneficio claro de la suplementación con energía (Retama, 2008). Al incluir nuevas plantas en la dieta de ovinos es necesario evaluar el porcentaje de aceptación y porcentaje que ofrezca mejores beneficios en parámetros productivos.

Conclusiones

Los resultados muestran que la inclusión de *L. leucocephala* influye sobre el consumo total de alimento pero no sobre la ganancia de peso. Los ovinos suplementados con *L. leucocephala* mostraron diferencias significativas en las concentraciones de glóbulos rojos, siendo mayores en los animales suplementados con esta aun y cuando la cantidad de HPG fueron similares entre los tratamientos infectados con NGI en que se incluyó ésta como suplemento. Se requiere de estudios como el total de células sanguíneas e inmunoglobulinas, así como también realizar estudios de digestibilidad de nutrientes de dietas que incluyan la *L. leucocephala*. También es recomendable realizar exámenes coproparasitoscópicos diferenciales y realizar análisis de los componentes secundarios de la *L. leucocephala* a evaluar con el fin de determinar que componentes pudieran ser los principios activos y sobre cuales parásitos gastrointestinales actúan estos.

Literatura Citada

- Alonso-Díaz, M.A., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Hoste, H., Aguilar-Caballero, A.J., Capetillo-Leal, C. 2008. Is goats' preference of forage trees affected by their tannin or fiber content when offered in cafeteria experiments?. *Animal Feed Science Technology* 141:36-48.
- Alonso-Díaz, M.A., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C., Aguilar-Caballero, A.J., Hoste, H. 2007b. In vitro anthelmintic activity of plant extracts from tropical tanniniferous trees against *Haemonchus contortus*. XII conference of WAAVP. Gent, Belgium. August 19-23, 2007. p. 263.
- Gárate-Gallardo L., Torres-Acosta, J.F.J., Aguilar-Caballero AJ., Sandoval-Castro C., Cámara- Sarmiento, R., Canúl-Ku, HL., Cob-Galera, L., May-Martínez, M. 2007. An increase level of maize supplementation provides better control of gastrointestinal nematodes in browsing Criollo goats. XII Conference of the WAAVP. Gent, Belgium. Pp.18.
- Gutiérrez-Segura, I., Torres-Acosta, J.F., Aguilar-Caballero, A.J., Cob-Galera, L., May-Martínez, M., Sandoval-Castro, C. 2003. Supplementation can improve resilience and resistance of browsing criollo kids against nematode infections during the wet season. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 3: 537-540.
- Gutteridge, R.C. and Shelton, H.M. 1994. Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB. International, Wallingford, UK.
- Hess, H. D. y Lascano, C. E., 1997. Effect of some sward attributes on legume selectivity by oesophageal fistulated and intact steers grazing a tropical grass-legume pasture. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 5 (3): 115-117.
- Landa-Cansigno, E., Friesendhal, E., Torres-Acosta, J.F.J., Aguilar-Caballero, A.J., Hoste, H., Vargas-Magaña, J.J. 2005. Comparing the effect of two sources of energy supplement (molasses or maize) on the resilience and resistance against GI nematodes in browsing goats. 20th Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology. Christchurch, New Zealand. Pag.189.

- Martínez Ortiz de Montellano et al., 2007 C. Martínez Ortiz de Montellano, JJ Vargas-Magaña, AJ-Caballero Aguilar, CA Sandoval Castro, L. Cob-Galera, M. de mayo de Martínez, R. Miranda Soberanis, Hoste H., R. Cámara Sarmiento y JFJ Torres Acosta, La combinación de los efectos de la alimentación complementaria y el óxido de las agujas de cobre para el control de los nematodos gastrointestinales en caprinos de navegación, *Veterinaria. México.* 146: 66-76.
- Retama, C.F, 2008. Consumo y selección de forraje en ovinos suplementados y parasitados: crecimiento, costo metabólico y económico. Tesis de maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Rodríguez, V.R.I., Domínguez. A.J.L., 1994. Técnicas Diagnósticas de Parasitología Veterinaria. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida Yucatán, México. Pp. 78-81.
- Schneider, B.H., y Flatt, W.P. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. The University of Georgia Press, Athens, Georgia, U. S.A. 1976. 24.
- Torres-Acosta, J.F.J., Jacobs, D.E., Aguilar-Caballero, A., Sandoval-Castro, C., May-Martinez, M., Cob-Galera, L.A. 2004. The effect of supplementary feeding on the resilience and resistance of browsing Criollo kids against natural gastrointestinal nematode infections during the rainy season in tropical Mexico. *Veterinary Parasitology.* 124: 217-238.
- Wallis de Vries M. 1995. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: A reconsideration of the hand-plucking method. *Journal Range Management,* 48: 370-375.

CALIDAD TECNOLÓGICA DE LA ARRACHERA ELABORADA CON CARNE DE OVINOS IMPLANTADOS CON ZERANOL

TECHNOLOGICAL QUALITY OF FLANK STEAK PREPARED WITH MEAT OF LAMBS IMPLANTED WITH ZERANOL

Juan O. Ronquillo¹, José A. García², Oscar Serna¹, Olga García²

¹Sitio Experimental la Campana-INIFAP. ²Facultad de Zootecnia y Ecología-UACH

Resumen

Con el fin de obtener información acerca del uso del implante zeranol en ovinos y su efecto sobre la calidad tecnológica de la arrachera de borrego, se realizó un estudio a 72 ovinos machos (rango de 37 a 45 kg) distribuidos en cuatro grupos de acuerdo a su condición fisiológica; Machos Enteros Implantados (T1; n=18), Machos Enteros sin Implantar (T2; n=18), Machos Castrados Implantados (T3; n=18) y Machos Castrados sin Implantar (T4; n=18). Se obtuvo la canal y se realizó la disección del diafragma del animal, con el fin de obtener el corte denominado arrachera. Las variables a evaluar fueron: pH, Capacidad de Retención de Agua (WHC) y color; obteniendo tres variables típicas de esta última característica. Las mediciones para cada una de las variables físico-químicas se realizaron por triplicado. Los datos fueron analizados por el programa estadístico SAS, procedimiento GLM y para comparación de medias, prueba del rango studentizado de TUKEY (HSD). El uso de zeranol modificó las características tanto de color como de pH y WHC, según el caso de cada tratamiento. Por efectos de la rápida caída del pH dentro del tercer tratamiento, se muestra una reacción negativa en las variables involucradas en el color, presentándose menor tendencia al rojo, en comparación con los otros.

Palabras Clave: arrachera, borregos, físico-químicas, zeranol.

Introducción

El zeranol es un agente anabolizante xenobiótico que es ampliamente utilizado de forma legal en numerosos países, como México y Estados Unidos, para incrementar la tasa de crecimiento y el índice de conversión del ganado de producción de carne. Sin embargo, en los países de la Unión Europea, el empleo de anabolizantes está prohibido desde el año 1986; por lo tanto, el uso de este anabólico se limita solo a países de Norte y Centro América, incluyendo a México. En nuestro país, el 95% del consumo de carne de ovino se concentra en el mercado de la barbacoa, principalmente en el centro del país: Hidalgo, México y D.F. (Arteaga, 2003). Al año presente, se cuenta con un inventario de alrededor de 120,000 cabezas, para el Estado de Chihuahua, ubicándolo en el lugar 21 nacional con una producción de 326 toneladas de carne (SAGARPA, 2008). La tendencia hacia el consumo de alimentos con menor contenido de ácidos grasos, también contribuye a limitar la demanda de carne ovina (Bray *et al.*, 1989, Apple *et al.*, 1995; Vergara *et al.*, 2005). Con el presente estudio, se pretende dar un valor agregado a la cadena de producción de la carne de ovino, llevándose a cabo la comercialización de productos cárnicos, en este caso la arrachera marinada. Así mismo, observar los efectos posibles del implante zeranol sobre las propiedades físico-químicas de la carne procesada. Se tienen resultados acerca del uso de zeranol en ovinos, tanto de lana como de pelo, resultados obtenidos de estudios enfocados a la

eficiencia de crecimiento, rendimiento de la canal, entre otros. En este estudio se pretende ir hasta la parte final de la cadena productiva, obteniendo información referente a la Calidad Tecnológica del producto cárnico ya finalizado. En ovinos de lana que han sido implantados con zeranol, se indica un efecto positivo sobre su ganancia de peso (Sánchez, 1990). En el caso de los ovinos de pelo, este efecto, no ha sido constatado en varios trabajos (Liceaga *et al.*, 1986; Celorio, 1982). Otro trabajo donde se hace uso de este implante es en un estudio del Instituto Tecnológico Pecuario de Huimanguillo, Tabasco donde se determinó el efecto del implante de este anabólico sobre la eficiencia de crecimiento de borregos Pelibuey. Se encontró que el implante no tuvo efecto positivo sobre la eficiencia de crecimiento en finalización. El estudio duró 112 días. Los borregos se pastorearon en zacate Estrella de África *Cynodon plectostachyus* y recibieron un concentrado (3.0 Mcal de EM kg⁻¹ y 14.5% de PC) en forma individual y controlada, el cual se ofreció en función del peso vivo de los animales, de tal modo que éste aportara el 60% de los requerimientos energéticos estimados para que éstos logaran una ganancia de 200 g d⁻¹. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza. Ninguna de las variables examinadas fue afectada por el implante zeranol. La elaboración de productos cárnicos a partir de la carne de borrego, representa un valor agregado dentro de la cadena de producción, aunado a la importancia en la utilización de agentes anabólicos y su efecto en el crecimiento de ovinos, el presente proyecto tiene la inquietud de observar, evaluar y obtener resultados del uso de dichos anabólicos y su efecto dentro de la calidad tecnológica del producto cárnico final, la arrachera marinada, para este caso.

Materiales y Métodos

La población a estudiar consta de 72 ovinos machos sacrificados entre los 37 y los 45kg., de los cuales 18 borregos eran Enteros Implantados, 18 Enteros Sin Implante, 18 Castrados Implantados y 18 Castrados Sin Implante. Se sacaron sus medias canales y estas divididas a su vez en cortes secundarios, para su posterior evaluación. Para el presente trabajo se obtuvo específicamente el corte denominado arrachera, el cual, se sometió a un proceso de marinado y cocción, para su posterior evaluación, tomándose el resultado sobre el producto cárnico procesado. El proceso de marinado y cocción fue de manera cercana a la tradicional, mediante el uso de especias, aceite de oliva, vinagre, salsa de soya, salsa inglesa, mostaza entre otros. Dejándose reposar durante 12 horas, para su posterior cocción, a fuego lento, con una temperatura constante de 68°C. Cada uno de los tratamientos se llevó por separado, tanto su proceso de marinado, como la cocción, con muestras uniformes para cada uno. Las variables a evaluar, en cada una de las muestras el producto final fueron: pH. Para la determinación de pH se utilizó un potenciómetro marca Thermo (modelo Orion 210A+) y las mediciones se realizaron por triplicado (Antonomanolaki *et al.*, 1999). Los cálculos para evaluar la variable WHC se llevaron a cabo bajo la siguiente fórmula: % de agua libre = $\frac{P1-P2}{P1} \times 100$. El Color se midió por medio del colorímetro HunterLab MS-S obteniendo tres variables típicas de esa característica: L* se refiere a Luminosidad, a* tendencia al rojo y b* tendencia al amarillo, siguiendo las recomendaciones de Garrido *et al.* (1994) con modificaciones en lo referente al tiempo para la determinación de esta variable. Las mediciones se realizaron por triplicado. Cuidando el tamaño y grosor de la muestra, con el objetivo de no alterar los resultados de luminosidad, debido a que la medida que más se altera por el espesor de la muestra es L* (Albertí, 2000). Los datos fueron analizados por el programa estadístico SAS, procedimiento GLM y para comparación de medias, prueba del rango studentizado de TUKEY (HSD).

Resultados y Discusión

Mediante el uso de medidas instrumentales precisas se llevó a cabo la evaluación de la calidad tecnológica del producto cárnico denominado arrachera, dentro de los 4 diferentes tratamientos: T1 (Enteros implantados) T2 (Enteros sin implante) T3 (Castrados implantados), T4 (Castrados sin implante); obteniéndose los siguientes resultados para sus variables físico-químicas (resultados expresados en el Cuadro 1): en el caso de la variable L* no se presentaron diferencias significativas ($P>0.05$), encontrándose valores muy cercanos entre sí dentro de la escala de luminosidad que van de 45.15 ± 1.36 a 47.23 ± 1.36 . Por otra parte, por efectos del calor (cocción), la carne presenta una caída normal en la escala de tendencia al rojo (a^*) en los 4 tratamientos; donde observamos algunas diferencias, considerándose el T1, como el mejor para dicha variable, por su mayor tendencia al rojo, aún después de su cocción. Para esta variable se encontró que sí existieron diferencias significativas ($P<0.05$) en el T1 (10.62 ± 0.76) en comparación con T3 (5.94 ± 0.76) y T4 (6.34 ± 0.76). Para el caso de la variable b^* se presentaron diferencias significativas ($P<0.05$) entre tratamientos, T3 (18.26 ± 0.67) difiere de los T1 (22.82 ± 0.67) y T4 (21.12 ± 0.67). Dentro de los resultados de la variable WHC (%) también se muestra diferencia significativa ($P<0.05$) entre tratamientos, T1 (73.19 ± 1.64) comparado con los T2 (84.34 ± 1.64) T3 (81.84 ± 1.64) T4 (82.53 ± 1.64), presenta una menor WHC. Para los valores de pH se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$) entre los tratamientos; en primer lugar, tenemos que el T3 (4.00 ± 0.22) difiere significativamente al resto de los tratamientos, por otro lado se encontró diferencia entre T1 (5.93 ± 0.22) y T3 (4.00 ± 0.22) de igual forma se presentaron diferencias estadísticas entre T2 (6.26 ± 0.22) y T3 (4.00 ± 0.22) como también T2 (6.26 ± 0.22) con T4 (5.23 ± 0.22).

Cuadro 4. Medias de cuadrados mínimos \pm error estándar para variables físico-químicas de la arrachera cocida

	T1	T2	T3	T4
L*	46.23 ± 1.36	47.05 ± 1.36	45.15 ± 1.36	47.23 ± 1.36
a^*	10.62 ± 0.76^a	6.73 ± 0.76^{ab}	5.94 ± 0.76^b	6.34 ± 0.76^b
b^*	22.82 ± 0.67^a	20.65 ± 0.67^{ab}	18.26 ± 0.67^b	21.12 ± 0.67^a
WHC(%)	73.19 ± 1.64^b	84.34 ± 1.64^a	81.84 ± 1.64^a	82.53 ± 1.64^a
pH	5.93 ± 0.22^a	5.26 ± 0.22^a	4.00 ± 0.22^b	5.23 ± 0.22^a

Superscripts ^{a,b} significan diferencias entre columnas en cada tratamiento.

Por efectos de la rápida caída del pH dentro del T3, se muestra una reacción negativa en las variables involucradas en el color, presentándose colores más claros y menor tendencia al rojo, en comparación de los otros tratamientos. Se observó un considerable descenso del pH en la arrachera proveniente de animales castrados implantados. La carne de animales enteros con implante de zeranol, se vio afectada de forma negativa en su capacidad de retención de agua (WHC), sin embargo, dentro de este tratamiento se obtuvieron los mejores resultados para la variable de tendencia al rojo. Por su parte, la arrachera evaluada de animales castrados-implantados presentó una baja WHC, disminución no considerable en comparación con los tratamientos sin implante. En el siguiente gráfico (figura 1) se muestran las variables evaluadas

para cada tratamiento, donde observamos uniformidad en los resultados de L* entre tratamientos, así como las diferencias entre las demás variables, como es el caso de WHC, que muestra una marcada diferencia entre T1 en comparación con los demás tratamientos.

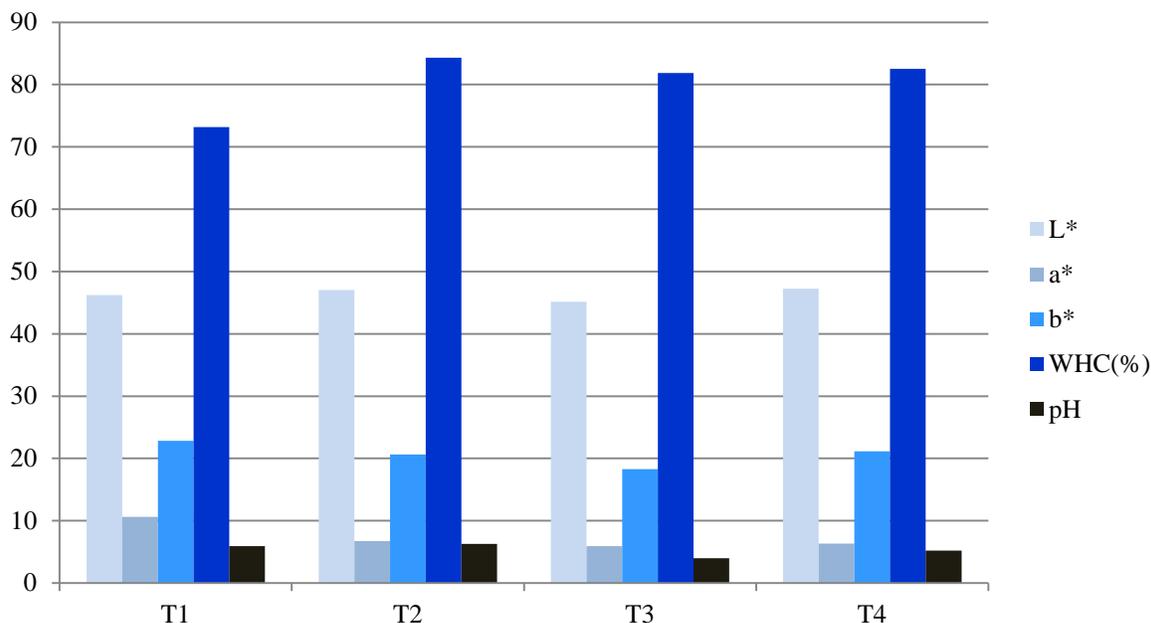


Figura 1. Comparación de las características físico-químicas que determinan la Calidad Tecnológica, dentro de cada tratamiento.

Conclusiones

Dentro de los tratamientos donde se llevó a cabo el uso de zeranol, se encontraron diferencias estadísticas significativas en comparación con los tratamientos donde se prescindió del uso del implante, los cuales se presentaron más uniformes en sus resultados. El uso de zeranol modificó tanto positiva como negativamente las características físico-químicas de la carne proveniente tanto de animales enteros como castrados.

Literatura Citada

- Girard J. P., C. Bucharles, C Denoyer, M. Laroche, T. Maillard, M. Ramihone. 1991. Tecnología de la Carne y de los productos cárnicos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. Pág. 283-295.
- Sánchez, G.E.J., 1990. Alteradores del metabolismo y de la salud. En Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. Edit. Ávila, G.E., A.S. Shimada y L.G. Llamas. Consultores en Producción Animal, S.C., México, p.131.
- Albertí, P. 2000. Determinación instrumental de la calidad de la carne. Medición del color. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Coords. V. Cañeque y C. Sañudo. Monografías INIA: Ganadera N°1, 11-16.
- Celorio, D.F.A., 1982. Comportamiento del borrego Tabasco en la fase de finalización con implantes hormonales y anabólicos, versus suplementados y no suplementados. Tesis Licenciatura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.
- Antonomanolaki R. E., K. P. Varelziz, S. A. Georgakis, E. Kaldrymidou. 1999. Thermal gelation properties of surimi-like material made from sheep meat. Journal of meat Science. 52 (4):429-435.

- Apple, J. K.; Dikeman, M. E.; Minton, J. E.; McMurphy, R. M.; Fedde, M. R.; Leith, D. E. y Unruh, J. A. (1995). Effects of restraint and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism, and incidence of dark-cutting longissimus muscle of sheep. *Journal of Animal Science*, 73, 2.295-2.307.
- Bray, A. R.; Graafhuis, A. E. y Chrystall, B. B. (1989). The cumulative effect of nutritional shearing and pre-slaughter washing stress on the quality of lamb meat. *Meat Science*, 25, 59-67.
- Garrido, M. D., S. Bañon, J. Pedauye, and J. Laencina. 1994. Objective meat quality measurements of ham: a practical classification method on the slaughterline. *Meat sci.* 37: 421-429.
- Vergara, H.; Linares, M. B.; Berruga, M. I. y Gallego, L. (2005). Meat quality in suckling lambs: effect of pre-slaughter handling. *Meat Science*, 69, 473-478.
- Liceaga, R.D., G.F. Rodríguez y N.J. Pina, 1986. Respuesta de corderos Pelibuey en desarrollo a la utilización de diversos implantes subcutáneos. En Memoria, Reunión de Investigación Pecuaria en México, p. 205.
- Arteaga, C.J.D. (2003). La industria ovina en México. Mem. Primer Simposium Internacional de Ovinos de Carne. Pachuca, Hidalgo. México.
- SAGARPA (2008). Producción Anual Pecuaria en México. Centro de Estadística Agropecuaria.

EFFECTO DEL NIVEL DE EXCRETA DE CERDO Y MAZORCA DE MAÍZ EN RACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO EN ENGORDA DE OVINOS

EFFECT OF PIG MANURE AND EAR OF THE CORN LEVELS IN RATIONS ON FEEDLOT PERFORMANCE OF LAMBS

Pedro A. Medina¹, Jaime Salinas¹, Ramón F. García², Jorge Loredo¹, Martín F. Montañó³

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAT. Cd. Victoria, Tamaulipas, México..

²Departamento de Nutrición Animal, UAAAN. Saltillo, Coahuila.

³Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, BC.

Resumen

El presente trabajo evaluó diferentes niveles de cerdaza y mazorca de maíz sobre el comportamiento en engorda de ovinos. Se alojaron 20 borregos Dorper x Pelibuey de un peso inicial promedio de 20 kg en corraletas individuales y 5 borregos por tratamiento. Los ovinos fueron asignados en forma aleatoria en 4 tratamientos en un diseño con arreglo factorial 2 x 2, con dos niveles de mazorca de maíz (11 y 22%) y dos niveles de cerdaza (0 y 15%). Todas las dietas se formularon a 14% PC y 2.6 Mcal/kg de EM. La prueba de alimentación en engorda fue de 60 días. Al final de la engorda, con un equipo de ultrasonido se midió el área del *Longissimus dorsi* y el espesor de la grasa dorsal. Los resultados en parámetros productivos (ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) así como las características de la canal (área *Longissimus dorsi* y grasa dorsal) no observaron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos. En promedio, los efectos principales fueron: ganancia diaria de peso fue 231, 214, 237 y 208 g; el consumo diario de alimento de 1313, 1293, 1322, y 1281 g; la conversión alimenticia de 5.83, 6.26, 5.83 y 6.22 (consumo/ganancia); la grasa dorsal 0.25, 0.24, 0.25 y 0.24 cm; el área del *Longissimus dorsi* de 15.67, 14.91, 15.07, y 15.37 cm², para los tratamientos con 11 y 22% de mazorca, y 0 y 15% de cerdaza, respectivamente. Se concluye que las dietas de engorda para ovinos pueden incluir 22% de mazorca mas 15% de cerdaza en sustitución de los ingredientes convencionales grano de sorgo y harina de soya.

Palabras clave: mazorca de maíz, excreta de cerdo, engorda, ovinos.

Abstract

Present study evaluated different levels of pig manure and whole ear of the corn on growth performance of lambs. Twenty Dorper x Pelibuey lambs of 20 kg initial weight were allocated in individual pens, with 5 lambs per treatment. Lambs were assigned at random to 4 treatments in a 2 x 2 factoriate design, with 2 ear of the corn levels (11 and 22%) and 2 pig manure levels (0 and 15%). All diets were formulated to 14% PC and 2.6 Mcal/kg of ME. The feeding trial lasted 60 d; at the end of which was measured with ultrasound equipment the *Longissimus dorsi* area and subcutaneous back fat. The growth performance (weight gain, feed intake and feed conversion) and carcass characteristics (*Longissimus dorsi* area and subcutaneous back fat) did not observe difference among treatments ($P > 0.05$). In average, results of main effects were: daily weight gain of 231, 214, 237 and 208 g; daily feed intake of 1313, 1293, 1322 and 1281 g; feed conversion

(intake/gain) of 5.83, 6.26, 5.83 and 6.22; *Longissimus dorsi* area of 15.67, 14.91, 15.07 and 15.37 cm²; subcutaneous back fat of 0.25, 0.24, 0.25 and 0.24 cm, respectively for treatments with 11 and 22% of whole ear of the corn, and 0 and 15% of pig manure. It is concluded that feedlot diets for lambs may include 22% whole ear of the corn plus 15% of pig manure in substitution of the conventional ingredients sorghum grain and soybean meal.

Key words: ear of the corn, pig manure, feedlot, lambs.

Introducción

Para aumentar eficiencia y productividad de las engordas en corral se usan raciones con altas proporciones de concentrados. La mazorca de maíz entera (*Zea mays*), incluidas las cáscaras, el grano con el olote, se muele; el producto es una harina de maíz, que es valiosa para los rumiantes, pero su elevado contenido de fibra limita el empleo en raciones para las aves de corral. Los cerdos pueden tolerar en la ración del 25 al 50% de harina de maíz según la edad. La harina de maíz (*Zea mays*) debe secarse bien, ya que, de lo contrario, puede enmohecerse en un clima cálido, además tiene un contenido rico en calorías y minerales (FAO, s/f).

El maíz (*Zea mays*) es el grano que más se cultiva en el mundo. En México ocupa el primer lugar; su cultivo es para la alimentación del hombre y de los animales. Todas las variedades de maíz (*Zea mays*) pueden utilizarse en la alimentación animal. El maíz puede utilizarse más o menos en las mismas cantidades que otros granos de cereales. Las proteínas del maíz son de calidad inferior a las de las pastas oleaginosas (Flores-Menéndez, 1986).

La producción agropecuaria se ha visto mermada; cada vez los insumos para la producción de alimento son más caros y es difícil disponer de ellos. Esta circunstancia estimula a incrementar la eficiencia productiva y aprovechar mejor los desechos orgánicos que se derivan, directa o indirectamente del sector agropecuario. Lo que antes se consideraba como desperdicio ahora debe valorarse como materia prima para el aprovechamiento en la producción de alimentos de origen animal. Las excretas representan un recurso valioso, cuando son utilizadas adecuadamente como alimentos para explotaciones pecuarias. Aproximadamente el 50% de las excretas producidas por animales en confinamiento son recolectables, y tienen gran importancia por su alto contenido proteico y energético. Los rumiantes por medio de los microbios del rumen pueden utilizar tanto la fracción del alimento no digerida, así como los componentes de origen endógeno de las heces, con lo cual estas son ingrediente valioso en dietas para rumiantes. El estiércol de los animales al sustituir ingredientes como la harina de soya contribuye a una producción animal más económica (Flores-Menéndez, 1986).

Salinas-Chavira *et al.* (2011) en estudios *in vitro* e *in situ* concluyeron que la mazorca de maíz es recomendable en raciones para ovinos en engorda, ya que al contener olote, hoja y grano no se desperdicia contenido alguno de ella, y puede ser utilizada en su totalidad (integral) para formular raciones para ovinos en engorda.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el comportamiento en engorda de ovinos alimentados con raciones integrales conteniendo mazorca de maíz entera y cerdaza. Midiendo la ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia. De igual forma se midió el área del *Longissimus dorsi* y la capa de grasa dorsal.

Materiales y Métodos

El presente trabajo de investigación se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ubicada en Cd. Victoria, Tamaulipas. Su altura es de 340 msnm y la temperatura media anual es de 25° C y una precipitación media anual de 900 mm, el clima es típico de trópico seco (INEGI, 1995).

Se utilizaron corraletas individuales de 0.70 x 1.20 metros, y 1.0 metros de altura, provistas de sombra con comederos y bebederos individuales. Se utilizaron 20 borregos machos no castrados de raza comercial (Dorper x Pelibuey) con un peso promedio inicial de 20 kilogramos con previa etapa de adaptación de 15 días, en la cual se identificaron, vitaminaron (A, D y E), desparasitaron con clorhidrato de Levamisol y fueron asignados a 4 tratamientos con 5 borregos cada uno. El experimento duró 60 días y se pesaron el día cero, día 20, día 40 y día 60. La ganancia diaria de peso (GDP) se determinó en base al peso inicial menos el peso final entre el número de días. El consumo diario de alimento se determinó en base al alimento ofrecido menos el rechazado por día, ajustando a 10% de alimento rechazado. La conversión alimenticia se determinó por la relación de alimento consumido entre la ganancia de peso. Al término de la prueba de alimentación, en el día 61 se midió las características de la canal con un equipo de ultrasonido (Marca Aloka, modelo SSD-500) y un transductor lineal de 7.5 MHz. Las imágenes se tomaron en el último espacio intercostal (entre las costillas 12 y 13) en ambos lados del animal. El área del *Longissimus dorsi* representa la sumatoria de ambos lados, mientras que el espesor de la grasa dorsal representa el promedio de ambos lados.

Se utilizaron 4 tratamientos o raciones experimentales para contener 2 niveles de cerdaza (0 y 15%) y 2 niveles de mazorca de maíz (11 y 22%), de tal forma que las 4 dietas experimentales fueron con el mismo contenido de proteína cruda (14%) y energía metabolizable (2.6 Mcal/kg). La formulación se realizó considerando los requerimientos de ovinos en engorda y el contenido nutritivo de los alimentos en base a tablas de NRC (1985). Las raciones experimentales se muestran en el Cuadro 1.

Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial con 2 niveles de cerdaza (0 y 11%) y 2 niveles de mazorca de maíz (11 y 22%) para un total de 4 tratamientos, con 5 borregos en cada tratamiento. Se realizó análisis de varianza (Steel y Torrie, 1980).

Cuadro 1. Raciones o tratamientos usadas (% base seca).

Ingrediente	0% Cerdaza		15% Cerdaza	
	11% Mazorca de maíz	22% Mazorca de maíz	11% Mazorca de maíz	22% Mazorca de maíz
Grano de sorgo	45.70	34.70	41.70	30.70
Harina de soya	19.50	19.50	8.50	8.50
Melaza	4.50	4.50	4.50	4.50
Minerales	0.80	0.80	0.80	0.80
Soca sorgo	10.00	10.00	10.00	10.00
Salvado de trigo	7.00	7.00	7.00	7.00
Grasa de sobrepaso	1.50	1.50	1.50	1.50
Mazorca de maíz	11.00	22.00	11.00	22.00
Cerdaza	0.00	0.00	15.00	15.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Resultados y Discusión

Los resultados de la prueba de alimentación de los ovinos en engorda con los dos niveles de mazorca y los dos niveles de cerdaza, incluyendo los efectos principales se muestran en el Cuadro 2. No se observó efecto de los tratamientos ni de la interacción ($P>0.05$) sobre la GDP, consumo de alimento, conversión alimenticia, área del *Longissimus dorsi* o espesor de grasa dorsal. Estos resultados muestran que en la alimentación de los ovinos en engorda se puede substituir el grano de sorgo por mazorca de maíz hasta en 22% de la dieta sin afectar el comportamiento en engorda o las características de la canal. Una posible explicación a estos resultados se relaciona con lo investigado por Salinas *et al.* (2011) en estudios *in vitro* de los componentes estructurales de la mazorca de maíz; así como en estudios *in situ* con tres raciones con 0%, 15% y 30 % de mazorca de maíz. En este trabajo se concluye que las raciones con mazorca de maíz son recomendables para ovinos en engorda por que la digestibilidad se mejora con la inclusión mazorca de maíz en sustitución de grano de sorgo.

Rasby *et al.* (1992) observaron una digestibilidad *in vitro* de 91, 58, 68, 60 y 51% para grano, hoja de la planta, hojas de la mazorca, olote, y tallo, respectivamente. En forma consistente con la presente investigación, Aguilera *et al.* (1995) no reportó efecto en consumo de alimento o conversión alimenticia por la sustitución de mazorca completa de maíz por grano de maíz quebrado en dietas de engorda para ovinos.

Cuadro 2. Resultados de comportamiento en engorda de los ovinos alimentados con cerdaza (0 y 15%) y mazorca de maíz (11 y 22%); se incluyen efectos principales de tratamientos.

Variable	0% Cerdaza		15% Cerdaza		EE	Efectos principales				EE
	11%	22%	11%	22%		0%	15%	11%	22%	
	Mazorca	Mazorca	Mazorca	Mazorca		Cerdaza	Cerdaza	Mazorca	Mazorca	
Peso inicial, kg	20.1	19.9	20.1	20.1		20	20.1	20.1	20	
Peso Final, kg	35.5	32.9	32.4	32.8		34.2	32.6	33.9	32.9	
GDP, g/d	257	217	205	212	20.3	237	208	231	214	14.4
CDA, g/d	1365	1278	1255	1307	50.0	1322	1281	1313	1293	35.8
Conversión	5.39	6.66	6.21	6.24	0.40	5.85	6.22	5.83	6.26	0.30
Grasa Dorsal, cm	0.25	0.26	0.24	0.23	0.01	0.25	0.24	0.25	0.24	0.007
<i>Longissimus dorsi</i> , cm ²	16.09	14.22	14.98	15.77	0.89	15.07	15.37	15.67	14.91	0.63

En el presente estudio, en los efectos principales, en los ovinos alimentados con 0% de cerdaza, la GDP fue de 237 g, la CDA 1322 g, la conversión alimenticia de 5.83, la grasa dorsal de 0.25 cm, y el área del *Longissimus dorsi* de 15.07 cm². Los ovinos alimentados con 15% de cerdaza observaron una GDP de 208 g, CDA 1281 g, conversión alimenticia de 6.22, grasa dorsal de 0.24 cm, área del *Longissimus dorsi* de 15.37 cm². Sin diferencia entre tratamientos. Estos resultados en comportamiento en engorda de los ovinos con 15% de cerdaza son mejores que los reportados por Purata (1993) quien utilizó una dieta con 20% de cerdaza, con monensina (T1), lasalocida (T2), y sin ionoforo (T3). Los resultados de Purata (1993) muestran GDP de 120, 113 y 89 g,

respectivamente para T1, T2 y T3, sin diferencia entre tratamientos ($P>0.05$); el consumo diario de alimento fue de 801, 783 y 992 g, respectivamente para T1, T2 y T3, sin diferencia entre T1 y T2 ($P>0.05$) los cuales fueron mayores que T3 ($P<0.05$); la conversión alimenticia fue de 6.62, 7.25 y 12.37, respectivamente para T1, T2 y T3, sin diferencia entre tratamientos ($P>0.05$). La ganancia de peso de los ovinos alimentados con cerdaza en la presente investigación también son mejores que las reportadas por Estrada-Angulo et al. (2004) en dietas con 0% (T1) y 30% (T2) de cerdaza, respectivamente las GDP fueron de 152 y 148 g; sin embargo el bajo consumo de sus animales produjo una mejor conversión alimenticia, la cual fue de 5.16 y 5.13, respectivamente en T1 y T2.

Los resultados de la presente investigación muestran mejor comportamiento productivo a lo reportado para ovinos alimentados con cerdaza por Padilla-Goyo *et al.* (2009) quienes realizaron un estudio con el objetivo de estudiar la factibilidad de alimentar ovinos Pelibuey durante la etapa de finalización en engorda con niveles elevados de cerdaza (28.2%) y pollinaza (38.0%), midiendo el impacto sobre su productividad, estado de salud, composición corporal y la presencia de cobre en el hígado. Los animales permanecieron 31 días consumiendo una dieta basada en cerdaza (28.2%) y 28 días consumiendo pollinaza (38.0%). Los ovinos Pelibuey tuvieron una ganancia diaria de peso de 155 gr. Estos autores concluyeron que es factible utilizar cerdaza y pollinaza en niveles elevados en la alimentación de borregos Pelibuey sin afectar negativamente su productividad y manteniendo su estado de salud.

En forma consistente con los resultado de la presente investigación, Salinas-Chavira *et al.* (2007) en borregos Dorper x Pelibuey alimentados con niveles de cerdaza de 0 y 15% y niveles de contenido ruminal de 0 y 4% en dietas que contenían 14% de proteína 2.6 Mcal/kg de energía metabolizable, los animales que consumían excreta de cerdo en combinación con contenido ruminal observaron el menor consumo de materia seca, la cual fue 941, 1077, 1015 y 952 gr/día. La ganancia de peso fue 227, 209, 214 y 188 gr/día, la conversión alimenticia fue 5.37, 5.54, 5.44 y 6.02 kg. El área de *Longissimus dorsi* fue 15.37, 15.32, 15.66 y 14.47 cm². La grasa dorsal fue 0.31, 0.29, 0.29 y 0.24 cm, respectivamente para los tratamientos 1 al 4. La ganancia de peso, la conversión alimenticia y las características de la canal fueron iguales entre si. En conclusión el consumo de alimento no se afectó por el tratamiento con cerdaza, aunque se redujo en la dieta de cerdaza más contenido ruminal. La ganancia de peso y características de la canal no se afectó por estos tratamientos, los cuales fueron similares a los reportados en la presente investigación.

En forma consistente con la presente investigación, Urrutia (2000) en dietas para corderos sustituyó una parte de heno de alfalfa por olote de maíz y pollinaza en niveles en la ración de 10 y 20%; obtuvo una ganancia diaria de peso de 200 a 230 gr/día, con una conversión alimenticia de 5.4 a 6.6 kg. Sin embargo, cuando sustituyó heno de alfalfa por olote de maíz, paja de frijol y excretas animales en engorda de corderos la ganancia de peso fue 150 a 200 gr/día con una conversión de 6 a 9 kg. Concluye que los costos de producción de ovinos se reducen al sustituir los ingredientes convencionales como heno de alfalfa y harina de soya por ingredientes no convencionales como olote de maíz y excretas de animales.

Conclusiones

Bajo las condiciones de la presente investigación se observo que es posible utilizar en la ración 22% de mazorca de maíz y 15% de cerdaza. La sustitución de ingredientes convencionales como

el grano de sorgo y harina de soya por mazorca entera de maíz y cerdaza tiene la ventaja de menor costo sin afectar la producción de los ovinos.

Literatura Citada

- Aguilera, S.R., A.J. López, y A.V. Márquez. 1995. Comportamiento productivo de ovinos Pelibuey alimentados con dietas basadas en grano y mazorca de maíz completa. *Veterinaria México*. 26:25.
- Estrada-Angulo, A.; (Ramos, C. H.; Barajas, R; Obregon, J. F. 2004. Effect of substitution of alfalfa hay with sun dried pig excreta on performance of sheep feed growing diets. *J. Anim. Sci.* 82:224-224.
- FAO. s/f. 2. “*EL Zea Mays*”. <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/tfeed8/Data/41.HTM>
- Flores-Menéndez, J. A. 1986. *Bromatología animal*. Editorial LIMUSA. México. Pág. 866-888, y 1064-1080.
- INEGI. 1995. *Anuario Estadístico Del Estado De Tamaulipas Síntesis Geográfica De Tamaulipas*.
- NRC. 1985. *Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Sheep*. National Academy Press. Washington, D.C.
- Padilla-Goyo, E.C., A.F. Castellanos-Ruelas, J.G. Cantón-Castillo, y Y.B. Moguel- Ordóñez. 2009. <http://www.cuencarural.com/ganaderia/ovinos/el-uso-de-niveles-elevados-de-excretas-animales-en-la-alimentacion-de-rumiantes/>
- Purata, G. F. 1993. Inclusión de cerdaza al mismo nivel en dietas completas para ovinos y la adición de ionóforos (monensina sódica y lasalocida sódica). Tesis de licenciatura facultad de medicina veterinaria y zootecnia Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Rasby, R., R. Selley, y T. Klopfenstein. 1992. *Grazing Crop Residues*. Nebraska Cooperative Extension.
- Salinas-Chavira, J, M. Dominguez-Muñoz, R. Bernal-Lorenzo, R.F. Garcia-Castillo, y C. Arzola-Alvarez. 2007. Growth performance and carcass characteristics of feedlot lambs fed diets with pig manure and rumen contents. *J. Anim. And Vet. Adv.* 6:505-508.
- Salinas-Chavira, J., M. Munoz-De-Alba, O. D. Montanez-Valdez, O. Martinez-Zapien. 2011. In vitro and in situ evaluation of feed lot rations with different levels of complete ear of the corn (*Zea mays*) in lambs. *Indian J. Anim. Sci.* 81:289-292.
- Steel, R.G.D y J.H. Torrie. 1980. *Principles and procedures of statistics*. McGraw Hill, N.Y. U.S.A p. 377-434
- Urrutia Morales, J. 2000. *Ovinocultura de agostaderos en el norte de México*. Editorial Universitaria Potosina. Pág. 86-90.

SUSTITUCION DE FUENTES DE PROTEINA POR UNA LEGUMINOSA TROPICAL EN DIETAS PARA BORREGOS EN CRECIMIENTO

REPLACEMENT PROTEIN SOURCES FOR A TROPICAL LEGUME IN DIETS FOR SHEEP GROWING

Manuel Silva¹, Mario A. Vega², Cándido E. Guerra³, Alfredo González¹ y Gabriel Sánchez³
¹Campo Experimental Tecomán – INIFAP, ²Campo Experimental Centro Altos de Jalisco - INIFAP y ³Centro
Universitario de la Costa Sur - U de G

Resumen

La investigación se desarrollo en el Sitio Experimental Costa de Jalisco (INIFAP), ubicado a 19° 35' de L N y 104° 28' de L O a 360 msnm, una precipitación y temperatura media de 1452 mm y 25.4°C. Clima subtropical, cálido subhúmedo con lluvias en verano. Se utilizaron 21 borregos raza Katahdin x Dorper con peso medio 11.4 ± 6.23 kg. Al iniciar los animales fueron desparasitados interna y externamente con ivermectina, vitaminados con ADE y Selenio. Se alojaron en corraletas colectivas de 2 x 2 m con comedero y bebedero automáticos. Se dieron siete días de adaptación, al 8o día inicio la toma de datos y posteriormente cada 14 días, durante 50 días. Tratamientos: T1: Dieta sin *Cratylia* T2: Dieta + 10% de *Cratylia* y T3: Dieta + 15% de *Cratylia*. Las dietas se formularon con el software NUTRION, con requerimientos nutritivos de NRC de ovinos. Las variables evaluadas fueron: Consumo de materia seca (CMS), Ganancia diaria de peso (GDP), Conversión alimenticia (CA), pH ruminal (pH R) y Costo de producción por kg de peso vivo (CP k⁻¹). El diseño experimental fue completamente al azar con siete repeticiones por tratamiento. Los borregos de T2 tuvieron el mayor CMS (p<0.05), mientras que la mayor GDP la tuvieron los borregos de T3 (p<0.05) y no hubo diferencia (p>0.05) en CA y pH ruminal. Los resultados de este estudio indican que puede incluirse hasta 15% de *Cratylia argentea* en dietas para borregos en crecimiento.

Palabras claves: *cratylia*, borregos y conversión alimenticia

Abstract

The research took place in the Costa de Jalisco Experimental Site (INIFAP), located at 19 ° 35 'NL and 104 ° 28' to 360 LO m, average temperature and rainfall of 1452 mm and 25.4 ° C. Subtropical climate, warm sub-humid with summer rains. We used 21 Katahdin x Dorper sheep breed with average weight 11.4 ± 6.23 kg. At the beginning the animals were dewormed with ivermectin internally and externally, with added vitamins ADE and Selenium. They were housed in collective pens 2 x 2 m with automatic feeder and water. They were given seven days of adaptation, the 8th day start taking data and then every 14 days for 50 days. Treatments: T1: T2 *Cratylia* Free Diet: Diet + 10% of *Cratylia* and T3: diet + 15% of *Cratylia*. Diets were formulated with the software NUTRION with NRC nutrient requirements of sheep. The variables evaluated were: dry matter intake (CMS), weight daily gain (ADG), feed conversion (FC), ruminal pH (pH R) and Cost of production per kg of body weight (CP k⁻¹). The experimental design was completely randomized with seven replicates per treatment. The lambs of T2 had the greatest CMS (p <0.05), while the highest GDP of the sheep had T3 (p <0.05) and there was no difference (p > 0.05) in CA and ruminal pH. The results of this study indicate that you may include up to 15% of *C. argentea* in diets for growing lambs.

Keywords: *Cratylia*, sheep and feed conversion

Introducción

En las regiones tropicales de América Central y el Caribe, predominan los sistemas de producción pecuaria de ganado bovino. Sin embargo, actualmente se ha visto que en los países en vías de desarrollo o que tienen limitantes de terreno disponible para desenvolver sus operaciones y se ha extendido la producción de pequeños rumiantes. Dada la escasa disponibilidad de terrenos para propósitos agrícolas, la explotación ovina y caprina representa una alternativa interesante. Debido a la poca disponibilidad de alimentos concentrados de origen local y al alto costo que representa la importación de pastas de oleaginosas como fuentes proteicas en dietas para ovinos, es necesario promover la utilización de fuentes alimenticias nuevas o subutilizadas que sean económicas y de alto valor nutritivo que ayuden a maximizar la producción animal.

En la alimentación de rumiantes, las fuentes nitrogenadas o proteicas pueden tener varios orígenes, uno de ellos es el proveniente de los alimentos que aportan proteína verdadera o aminoácidos, y estos pueden ser de origen vegetal (soya, canola, semilla de girasol, semilla de algodón, leguminosas y pastos) o animal (harinas de pescado, de ave, de carne, de sangre y de hueso), y por otro lado los que aportan nitrógeno no proteico o amoniacal (la urea, el sulfato de amonio), que en estricto sentido no son proteínas sino que potencialmente pueden transformarse en ellas (proteína microbiana) por los microorganismos que viven en el rumen.

Actualmente en el sistema de producción de carne de ovino es muy importante considerar la inclusión de ingredientes alternos que ayuden a bajar el costo de producción sin afectar la productividad. Un ingrediente que puede utilizarse como fuente de proteína y fibra en dietas para borregos en crecimiento es la leguminosa *Cratylia argentea* un arbusto tropical con la cual se puede sustituir parte de la proteína proveniente de fuentes como canola o pasta de soya en dietas para ovinos. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de incluir 10% y 15% de *Cratylia argentea* en dietas para borregos en crecimiento, sobre consumo de materia seca, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y pH ruminal.

Materiales y Métodos

La investigación de campo se desarrollo en el Sitio Experimental del Costa de Jalisco de INIFAP, ubicado a 19° 35' de Latitud Norte y 104° 28' de Longitud Oeste a 360 msnm, con una precipitación media anual de 1452 mm y temperatura promedio de 25.4 °C. El clima de la región es subtropical, cálido subhúmedo con lluvias en verano. Se utilizaron 21 borregos machos enteros de raza Katahdin x Dorper con peso vivo promedio inicial de 11.4±6.23 kg. Al inicio de la prueba, los animales se desparasitaron interna y externamente, aplicando 1 mL por 50 kg de peso vivo de ivermectina vía subcutánea, se aplicó 0.5 mL de vitaminas ADE y Selenio vía intramuscular por borrego. Los borregos se alojaron en corraletas colectivas de 2 x 2 m con comedero y bebedero automáticos. Se dio un periodo de adaptación de siete días a las dietas experimentales y a partir del día ocho se inicio la toma de datos y muestras para su análisis y se continuó cada 14 días. El experimento duro 45 días. A cada dieta y a la leguminosa se analizó materia seca, cenizas, nitrógeno proteínico por el método de microkeldahl (AOAC, 1990), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) (Van Soest *et al.*, 1991). Los tratamientos evaluados fueron: T1: Dieta sin *Cratylia* T2: Dieta + 10% de *Cratylia* y T3: Dieta + 15% de *Cratylia*. Las que se formularon con el software NUTRION, de acuerdo con los requerimientos nutritivos de NRC de ovinos (2007).

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales (% base seca).

Ingrediente	T1 sin <i>Cratylia</i>	T2 10% de <i>Cratylia</i>	T3 15% de <i>Cratylia</i>
Pasta de soya	5	5	5
Sorgo molido	65.1	69.1	71.5
Pasta de canola	6	0	0
Urea	1	1	0.6
Melaza	5	5	5
Carbonato de calcio	0.4	0.4	0.4
Rastrojo de maíz	15	7	0
Mezcla mineral	2.5	2.5	2.5
<i>Cratylia argentea</i>	0	10	15

Las variables evaluadas fueron: Consumo de materia seca (CMS). Cada 15 días, se peso el alimento ofrecido asignando 20% más del consumo promedio y se peso el rechazo 24 horas después con una balanza digital, el CMS se obtuvo por diferencia entre ofrecido y rechazado, y se promedio se de los ocho animales por tratamiento. Ganancia diaria de peso promedio (GDP). Se pesaron los borregos individualmente en una bascula (por la mañana) al término del periodo de adaptación (siete días) y posteriormente cada 15 días, hasta finalizar la fase experimental. La GDP se estimo por diferencia de peso entre las dos pesadas y se dividió entre el número de días transcurridos. Conversión alimenticia (CA). Para calcular esta variable se utilizaron los datos de Consumo de Materia Seca y Ganancia Diaria de Peso utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Consumo de Materia Seca (g)}}{\text{Ganancia Diaria de Peso (g)}}$$

pH ruminal (pH R) para determinar esta variable, se extrajeron 200 mL de líquido, de la parte media ventral del rumen, por medio de una sonda esofágica, cinco horas después de ofrecer el alimento por la mañana. El líquido se filtro para evitar el paso excesivo de partículas de alimento. La lectura de pH fue cada 14 días con un potenciómetro portátil calibrado a dos valores de pH (4.0 y 7.0). Se utilizó un diseño completamente al azar analizando las variables GDP, CMS, CA y pH ruminal. En todas las variables se utilizaron siete repeticiones por tratamiento tomando como repetición a un borrego. El análisis se realizó por el procedimiento de mediciones repetidas. A los datos obtenidos se les hizo análisis de varianza y la prueba de medias (SAS, 2001).

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos indican que hubo diferencia en CMS ($p < 0.05$), observándose en el Cuadro 2 que los borregos del T2 tuvieron el mayor consumo (2.06 k día^{-1}), 37% más que la dieta testigo, no así los que consumieron la Dieta 3 que ingirieron 72.7% menos. Por otro lado, en el mismo cuadro se muestra que la determinación de la variable GDP mostró que al incluir la leguminosa *Cratylia argentea* sustituyendo la fuente de proteína (canola y urea) se incrementó la ganancia de peso en los borregos que la consumieron ya que conforme se aumento de 0 a 10% de la leguminosa tropical se percibió un incremento de 6 g día^{-1} de ganancia de peso mientras que cuando se incluyo la leguminosa en 15% en la dieta la ganancia de peso fue 30 g día^{-1} más que los alcanzados en la dieta 2, esto representa un 5% y 35% de incremento en las Dietas 2 y 3 en el orden mencionado con relación a la Dieta 1. Con respecto a la variable CA los resultados indican que la Dieta 2 fue la que requirió más cantidad de alimento (18.72), mientras que el Dieta 3 fue la

dieta más eficiente ya que se requirió menos materia seca y para transformarlo a GDP (7.78). Algunos autores indican que lograron suplir el faltante de biomasa y su calidad, en el período no lluvioso, con árboles leguminosos y herbáceas con resultados favorables en este período en el comportamiento animal, en términos de ganancia diaria, sustituyeron el 50 % del concentrado por forraje de *Gliricidia sepium*, sin afectar el comportamiento productivo de becerros, lograron reducir la edad de destete en terneros de 6 a 4 meses y se debió a la alta calidad del sistema señalado (Ruiz *et al* 2005).

Cuadro 2. Respuesta productiva de borregos alimentados con tres niveles de *Cratylia argentea*.

Variable	Sin <i>Cratylia</i>	10% <i>Cratylia</i>	15% <i>Cratylia</i>	EEM
Consumo de Materia Seca (k día ⁻¹)	1.5 ^b	2.06 ^a	1.09 ^c	0.204
Ganancia diaria de peso (g día ⁻¹)	104.0 ^c	110.0 ^b	140.0 ^a	54.0
Conversión Alimenticia (CMS/GDP)	14.42	18.72	7.78	11.42

a, b, c: literales diferentes en la misma fila indican diferencia entre tratamientos (p<0.05).

Con respecto al pH ruminal no hubo diferencia entre tratamientos (p>0.05) teniendo valores de pH promedio mayores a 6.4 en los tres tratamientos, lo cual indica que no hubo problemas por acidosis ruminal y la fermentación ruminal del alimento se dio de forma adecuada. Únicamente en los borregos que consumieron la dieta testigo tuvieron pH menor a 6.0 en el primer periodo.

Cuadro 3. pH del líquido ruminal de borregos alimentados sin y con *Cratylia argentea*.

Muestras	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	EEM
1	5.8 ^b	6.2 ^a	6.3 ^a	0.300
2	6.4	6.5	6.3	0.209
3	6.9	6.6	6.5	0.267
4	6.7	6.3	6.5	0.222
5	6.3	6.7	6.8	0.319
Media	6.42	6.46	6.48	
Desviación estándar	0.42	0.20	0.20	

a, b: literales diferentes en la misma fila indican diferencia entre tratamientos (p<0.05).

Conclusiones

Con la inclusión de *Cratylia argentea* como fuente de proteína en dietas para borregos en crecimiento, se obtuvo mayor respuesta en ganancia diaria de peso, consumo de materia seca, conversión alimenticia y pH ruminal.

Literatura Citada

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Vol. 1. 15th Ed. Assoc. Offic. Anal. Chem. Washington, D. C. EE. UU. pp: 69-88.
CPAC y CIAT. 1995. Memorias del Taller sobre *Cratylia*. Brasilia, Brasil. p. 62-74.

- EMBRAPA, CENARGEN, CPAC y CIAT. 1995. Memorias del Taller sobre *Cratylia*. Brasilia, Brasil. p. 53-61.
- Herrera, H. J., G. D. Mendoza., G. A. Hernández. 1998. La ganadería familiar en México. México. 1ª ed. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México. 80 p.
- Maass, B. L. 1995. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. En: Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. EMBRAPA, CENARGEN.
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. National Research Council Sheep, goats and cervids and new world camelids. National Academy Press. Washington, D. C. pp. 362.
- Perdomo, P. 1991. Adaptación edáfica y valor nutritivo de 25 especies y accesiones de leguminosas arbóreas y arbustivas en dos suelos contrastantes. Tesis de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 128 p.
- Rodríguez R. M. R., Martínez P. R., Hernández V. R. y Bonilla C. J. A. 2009. Alimentos para bovinos conceptos, características y formas de uso. Libro técnico Num 1. Campo Experimental Centro altos de Jalisco. Tepatlán de Morelos, Jal. Mex. P 152.
- Ruiz, T. E.; Febles, G.; Jordán, H.; Castillo, E. 2005. Las leguminosas: sus posibilidades para implantar sistemas ganaderos sostenibles. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 39, pp. 501-514. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- SAS, System for Windows. 2001. SAS User's Guide Statistics, SAS Inst. Inc. Cary North Carolina. EE. UU.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 2009. <http://www.siap.gob.mx>.
- SNIIM. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. 2008. <http://www.secofi-sniim.gob.mx>.
- Sobrinho, J. M. y Nunes, M. R. 1995. Estudos desenvolvidos pela Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária com *Cratylia argentea*. En: Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrageira. pp. 199.
- Van Soest, P.J, Robertson, J,B, Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, Neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.
- Wilson, Q.T Y Lascano, C.E 1997. *Cratylia argentea* como suplemento de un heno de gramínea de baja calidad utilizado por ovinos. Pasturas Tropicales 19: 2-8.

**ESTRATEGIAS DE SUPLEMENTACIÓN DE CLORHIDRATO DE ZILPATEROL
EN OVINOS DE PELO DURANTE LA FASE DE FINALIZACIÓN EN LA ENGORDA**

**SUPPLEMENTATION STRATEGIES OF ZILPATEROL HYDROCHLORIDE IN HAIR
SHEEP DURING THE FINISHING PHASE OF THE FEEDLOT**

Sacramento Soto¹, Ulises Macías¹, Daniel Álvarez¹, Noemí Torrentera¹,
Abelardo Correa¹, Sergio Soto² y Leonel Avendaño¹

¹*Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas. Carretera a Delta s/n C.P. 21705. Ejido
Nuevo León, Valle de Mexicali, Baja California, México.*

²*Animal and Range Sciences, New Mexico State University, Las Cruces, NM, USA*

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de tres estrategias de suplementación de Clorhidrato de Zilpaterol (CZ) en el comportamiento en corral de corderos en finalización. Se usaron 40 machos con peso inicial promedio de 30.94±2.63 kg y se asignaron aleatoriamente a uno de 4 tratamientos en un diseño de bloques al azar en corrales individuales: 1) Testigo con dieta de finalización; 2) Dieta testigo más 10 mg/d de zilpaterol por 30 d ; 3) Dieta testigo más 20 mg/d de zilpaterol en los primeros 15 d de finalización; y 4) Dieta testigo más 20 mg/d de zilpaterol durante los últimos 15 d de finalización. Se realizaron 3 pesajes: al inicio, mitad y final de la prueba, obteniendo respuestas en los primeros 15 d (1-15 d), segundos 15 d (16-30 d) y periodo completo (30 d). El consumo de alimento se midió diariamente. En el periodo 1-15 d no se encontraron diferencias ($P>0.05$) en peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), ganancia de peso total (GPT), consumo de alimento (CA) ni conversión alimenticia (CON) entre tratamientos. En los periodos 16-30 d y 1-30 d, GDP y GPT fueron mayores ($P<0.05$) en el grupo Z15d-2 en comparación con Z15d-1 y testigo, pero fue similar ($P>0.05$) al Z30d. El grupo testigo presentó las CON más pobres ($P<0.05$) en relación al resto de los tratamientos. Se concluye que suplementar CZ en los últimos 15 y 30 d de la engorda produjeron el mejor comportamiento en corral en ovinos de pelo.

Palabras clave: agonista adrenérgico- β , ganancia diaria de peso, ovinos de pelo.

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of 3 supplementation strategies of Zilpaterol Hydrochloride (ZH) on feedlot performance of hair sheep during the finishing phase. Forty lamb rams with an average initial weight of 30.94±2.63 kg were randomly assigned to one of 4 treatments in a randomized block design in individual pens: 1) Control with finishing diet (No ZH added); 2) Control diet plus 10 mg/d ZH for 30 d; 3) Control diet plus 20 mg/d ZH during the first 15 d of the finishing phase; and 4) Control diet plus 20 mg/d ZH during the last 15 d of the finishing phase. Lambs were weighted 3 times: at the beginning, at the middle and at the end of the trial, generating responses in the first 15 d (1-15 d), in the second 15 d (16-30 d) and during the complete period (30 d). Feed intake was measured daily. There were no differences ($P>0.05$) in the 1-15 d period in final weight (FW), daily weight gain (DWG), total weight gain (TWG), feed intake (FI) or feed conversion (FC) among treatments. In the periods 16-30 d and 1-30 d, the DWG and TWG were higher ($P<0.05$) in the Z15d-2 group compared to Z15d-1 and control

groups, but were similar ($P>0.05$) to Z30d. Control lambs had the poorest FC ($P<0.05$) related to the other treatments. It is concluded that supplementation of ZH during the last 15 and 30 d of the finishing phase elicited the best feedlot growth traits in hair-sheep lamb rams.

Key words: beta-adrenergic agonist, daily weight gain, hair-sheep, feed conversion.

Introducción

La ovinocultura en México se enfoca a las razas de pelo, desplazando a los ovinos de lana debido a que han presentado mayor resistencia a las temperaturas extremas, a las infecciones parasitarias y a pastos de baja calidad. Sin embargo, los ovinos de pelo no presentan la capacidad de convertir el alimento a carne con la que cuentan los de lana (Salinas-Chavira *et al.*, 2006). No obstante, aún con las habilidades de resistencia que caracterizan al ovino de pelo, no se han logrado cubrir las necesidades de consumo, ya que SAGARPA (2005) informa que la ovinocultura en México sigue sin satisfacer la cada vez más grande demanda de carne de ovino, pues alrededor del 46.2% del consumo anual es importado de países como Nueva Zelanda. Para cubrir esta demanda, los productores buscan nuevas estrategias que les permitan mejorar los rasgos de crecimiento en corral como ganancia diaria de peso y conversión alimenticia. Una estrategia novedosa es la suplementación de agonistas adrenérgico-beta (AA- β) en la dieta de los corderos en engorda en la etapa de finalización. Estudios previos han demostrado que los AA- β como el CZ son productos positivamente activos que mejoran la ganancia diaria de peso, conversión, peso final, peso de la canal, rendimiento de la canal y área del músculo *Longissimus*, entre otras características de importancia económica (Avendaño *et al.*, 2011; López-Carlos *et al.*, 2012). Esto ocurre porque facilitan la disponibilidad de nutrientes al estimular el aumento de la lipólisis y reducir la lipogénesis, con lo que los nutrientes presentes en el organismo se dirigen a la producción de músculo (Castellanos-Ruelas *et al.*, 2006; Avendaño-Reyes *et al.*, 2011; Ríos Rincón *et al.*, 2010). Investigaciones preliminares han demostrado que modificando la dosis de AA- β durante la finalización puede ser útil para compensar la desensibilización en los cerdos (See *et al.*, 2004), sin embargo, la posibilidad de mejorar la respuesta a los AA- β con este enfoque no ha sido investigada en ovinos. Por tanto, la hipótesis sugiere que el aumento de la concentración y la modificación de los periodos de aplicación de AA- β en la dieta de corderos de engorda en los últimos 30 d de engorda puede mejorar el crecimiento en corral en comparación con dosis y periodos constantes. El objetivo del presente estudio fue evaluar tres distintas estrategias de suplementación del CZ en el comportamiento en corral de corderos de pelo.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó utilizando las indicaciones de las normas locales para el cuidado de los animales (NOM-051-ZOO-1995). Además, las técnicas y procedimientos estuvieron de acuerdo con las disposiciones de la Guía para el Cuidado y Uso de Animales Agrícolas de Investigación y Enseñanza (FASS, 2010). El experimento se efectuó en las instalaciones de la unidad Experimental Ovina del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicada en el sureste del valle de Mexicali, al noreste de México (latitud y longitud 114.6° y 32.8°). Esta zona cuenta con clima extremo en invierno y en verano (-8°C a 50°C respectivamente). El experimento se desarrolló de febrero a abril con condiciones climáticas estables (21°C). Se utilizaron 40 animales Pelibuey x Dorper con edad y peso promedios de 4 meses y 30.93 \pm 2.63 kg. El experimento tuvo una duración de 32 d y se alojaron en un corral de adaptación por un periodo de 15 d donde se ofreció una dieta de 100% alfalfa, la cual gradualmente se modificó a dieta base para el periodo de finalización (Cuadro 1). Los animales

se alojaron en corraletas individuales (0.60 m de ancho por 1.5 m de largo) que contaban con bebedero y comedero individual, además de sombra. Al inicio del estudio se pesaron individualmente los corderos y este peso se usó como factor de bloqueo. Posteriormente se asignaron aleatoriamente a uno de cuatro tratamientos: 1) dieta base sin CZ, 2) dieta base más la suplementación de 10 mg de CZ/d durante 30 d, 3) dieta base más la suplementación de 20 mg de CZ durante los primeros 15 d de los 30 de experimentación, y 4) dieta base más la suplementación de 20 mg de CZ durante los últimos 15 d de los 30 del estudio. Esta dieta se proporcionó a las 07:00 y a las 17:00 h se removía el alimento para evitar su compactación.

Cuadro 1. Composición de la dieta base para la alimentación de ovinos de pelo en el estudio.

Ingredientes	Cantidad en %	Cantidad en Kg para 250kg
Trigo molido	61.80	154.50
Heno de alfalfa	28.00	70.00
Harina de soya	4.00	10.00
Melaza	4.00	10.00
Sal	0.20	0.50
Fosfato de calcio	1.00	2.50
Piedra caliza	1.00	2.50

Los corderos se pesaron el día cero, después a los 15 d y a los 30 d para estimar las variables de respuesta (GDP, GPT, CA y CON) en 3 periodos: primeros 15 d, segundos 15 d y el periodo completo de 30 d. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con el peso inicial ajustado como bloque. Los análisis se realizaron con el PROC GLM del programa SAS (SAS, 2004). Las diferencias entre medias de tratamientos se compararon usando un error de 5%.

Resultados y Discusión

Los resultados de comportamiento en corral se presentan en el Cuadro 2, donde se observa que las diferentes estrategias de suplementación de CZ no ejercieron influencia alguna sobre el crecimiento de los corderos, ya que la GDP, GPT, CA y CON fueron similares entre los tratamientos ($P > 0.05$) durante el periodo 1 a 15 d. Durante el periodo 16 a 30 d, la GPT y la GDP fueron mayores ($P < 0.05$) en el grupo Z15d-2 en relación a los grupos testigo y Z15d-1, pero fueron similares ($P > 0.05$) al grupo Z30d. En este mismo periodo, la CON fue hasta dos veces más ($P < 0.05$) en el grupo testigo en relación con los grupos suplementados con CZ. Durante el periodo completo (1 a 30 d), la GPT y la GDP fueron mayores ($P < 0.05$) en el grupo Z15d-2 en relación a los grupos testigo y Z15d-1, pero fueron similares ($P > 0.05$) al grupo Z30d. No obstante el CA fue similar ($P > 0.05$) entre las estrategias de suplementación, el grupo Z15d-2 presentó menor ($P < 0.05$) CON que el grupo sin suplemento, aunque fue similar ($P > 0.05$) a los restantes grupos suplementados (Z15d-1 y Z30d). Existen reportes que indican que la administración de AA- β mejoran la ganancia de peso, características de la canal y calidad de la carne de varias especies, como en vaquillas (Montgomery *et al.*, 2009; Robles-Estrada *et al.*, 2009) y en corderos machos (Estrada-Angulo *et al.*, 2008; Robles-Estrada *et al.*, 2009). López-Carlos *et al.* (2012) probaron distintas estrategias de suplementación de los AA- β CZ y clorhidrato de ractopamina (CR), que fueron suplementación constante durante 30 d, grupos suplementados en forma creciente con cada AA- β y grupos suplementados en forma decreciente con cada AA- β , encontrando que los corderos suplementados con CZ o CR presentaron en general mayor

ganancia diaria de peso y ganancia de peso total, así como un menor consumo de alimento que los corderos sin suplemento. Sin embargo, a través del tiempo las dosis constantes de los AA-β obtuvieron las mejores respuestas en corral. Por otro lado, Shackelford *et al.* (1992) adicionaron a la dieta de ovinos Rambouillet el AA-β L-644,969 y observaron que la GDP, GPT y CON no presentaron diferencias entre animales suplementados y no suplementados. Los resultados en la literatura sugieren que aún no se conoce con exactitud el método de acción de los AA-β, lo que se debe a la inconsistencia de los resultados en los diferentes estudios (Moody *et al.*, 2000). En el presente estudio, dos tratamientos presentaron los mejores resultados sobre el comportamiento el corral, que fueron la adición de 10 mg/d de CZ durante 30 d y el de 20 mg/d de CZ durante los últimos 15 d de finalización. Cabe mencionar que el segundo tratamiento proporciona la ventaja de reducir la mano de obra al adicionar el aditivo solamente durante 15 d, a diferencia de adicionarlo durante 30 d.

Conclusiones

Los resultados en rendimiento en corral sugieren que las estrategias de suplementar 10 mg/d de clorhidrato de zilpaterol durante 30 d y de 20 mg/d durante los últimos 15 d del periodo de finalización de 30 d resultaron en las de mayor impacto en las características de crecimiento en corral en corderos de pelo bajo condiciones termoneutrales.

Cuadro 2. Comportamiento productivo de corderos sujetos a distinta estrategia de finalización con CZ

Variable	Tratamientos				E.E.
	Testigo	Z30d	Z15d-1	Z15d-2	
Día 1 al 15					
Peso inicial (kg)	30.83a	30.94a	30.69a	30.77a	0.43
Peso final (kg)	36.48a	35.98a	36.08a	36.34a	0.60
GPT (kg)	5.64a	5.04a	5.39a	5.57a	0.38
GDP (g)	.376a	.336a	.359a	.372a	0.02
Consumo de alimento (kg)	1.37a	1.33a	1.32a	1.36a	0.06
Conversión alimenticia	3.76a	3.99a	3.90a	3.82a	0.29
Día 16 al 30					
Peso inicial	36.48a	35.98a	36.08a	36.34a	0.60
Peso final	39.45a	39.99a	39.33a	41.34a	0.88
GPT	2.97b	4.01ab	3.25b	5.00a	0.52
GDP	.198b	.267ab	.217b	.333a	0.03
Consumo de alimento	1.52a	1.46a	1.50a	1.56a	0.07
Conversión alimenticia	13.99b	6.17a	7.85a	5.47a	2.13
Día 1 al 30					
Peso inicial	30.83a	30.94a	30.69a	30.77a	0.43
Peso final	39.45a	39.99a	39.33a	41.34a	0.88
GPT	8.61b	9.05ab	8.64b	10.57a	0.67
GDP	.287b	.302ab	.288b	.353a	0.02
Consumo de alimento	1.44a	1.39a	1.41a	1.46a	0.06
Conversión alimenticia	5.28b	4.68ab	4.95ab	4.33a	0.30

a,b,c: Medias en hilera con distinta literal indican diferencias ($P < 0.05$). Z30d= animales suplementados con 10 mg/d de CZ durante 30 d; Z15d-1= animales suplementados con 20 mg/d de CZ durante los primeros 15 d de un periodo de engorda de 30 d; Z15d-2= animales suplementados con 20 mg/d de CZ durante los últimos 15 d de un periodo de engorda de 30 d; GPT= Ganancia de peso total; GDP= Ganancia diaria de peso; E.E.=Error estándar.

Literatura Citada

- Avendaño-Reyes L., U. Macías-Cruz, F. D. Álvarez-Valenzuela, E. Aguila-Tepato, N. G. Torrentera-Olivera, and S. A. Soto-Navarro. 2011. Effects of zilpaterol hydrochloride on growth performance, carcass characteristics, and wholesale cut yield of hair-breed ewe lambs consuming feedlot diets under moderate environmental conditions. *J. Anim. Sci.* 89:4188-4194.
- Castellanos-Ruelas A.F., J.G. Rosado-Rubio, L.A. Chel-Guerrero, D.A. Betancur-Ancona. 2006. Empleo del zilpaterol en novillos con alimentación intensiva en Yucatán, México. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14:56-59.
- Estrada-Angulo, A., A. Barreras-Serrano, G. Contreras, J. F. Obregón, J. C. Robles-Estrada, A. Plascencia, and R. A. Zinn. 2008. Influence of level of zilpaterol hydrochloride supplementation on growth performance and carcass characteristics of feedlot lambs. *Small Rumin. Res.* 80:107-110.
- López-Carlos M.A., R.G. Ramírez, J.I. Aguilera-Soto, H. Rodríguez, C.F. Arechiga, F. Méndez-Llorente, J.J. Chávez, C.A. Medina-Flores, and J.A. Silva. 2012. Effect of the administration program of two β -adrenergic agonists on growth performance, carcass, and meat characteristics of feedlot ramb lambs. *J. Anim. Sci.* 90:1521-1531.
- Moody, D. E., D. L. Hancock, and D. B. Anderson. 2000. Phenethanolamine repartitioning agents. In: D´Mello J. P. F. (Ed.), *Farm animal metabolism and nutrition*. CAB International, NY, USA, pp. 65-95.
- Montgomery, J. L., C. R. Krehbiel, J. J. Cranston, D. A. Yates, J. P. Hutcheson, W. T. Nichols, M. N. Streeter, D. T. Bechtol, E. Johnson, T. TerHune, and T. H. Montgomery. 2009. Dietary zilpaterol hydrochloride. I. Feedlot performance and carcass traits of steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 87:1374-1383.
- Robles-Estrada, J.C., A. Barreras-Serrano, G. Contreras, A. Estrada-Angulo, J. F. Obregón, A. Plascencia, and F. G. Ríos. 2009. Effect of two b-adrenergic agonists on finishing performance and carcass characteristics in lambs fed all-concentrate diets. *J. Appl. Anim. Res.* 36:33-36.
- Ríos-Rincón F. G., A. Barreras-Serrano, A. Estrada-Angulo, J. F. Obregón, A. Plascencia-Jorquera, J. J. Portillo-Loera and R. A. Zinn 2010. Effect of level of dietary zilpaterol hydrochloride (β 2-agonist) on performance, carcass characteristics and visceral organ mass in hairy lambs fed all-concentrate diets, *J. Appl. Anim. Res.* 38:1, 33-38.
- Salinas-Chavira J., M. Domínguez-Muñoz, R. Díaz-Martínez, P. Cruz-Bautista, M. F. Montaña-Gómez, and C. Arzola-Alvarez. 2006. Effect of duration of zilpaterol hydrochloride treatment on carcass characteristics and weight gain in grazing Pelibuey lambs. *J. Appl. Anim. Res.* 29:1, 25-28.
- SAS, 2004. *Statistical Analysis System. SAS/STAT: user´s guide released 9.12 Edition*. Cary, NC. SAS Institute Inc.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). México, D.F. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Estadisticas/Paginas/default.aspx> (consultado el 10 de junio de 2012).
- See, M.T., T.A. Armstrong, and W.C. Weldon. 2004. Effect of a ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 82:2474-2480.
- Shackelford, D. J.W. Edwards, E.K. Smarr and J.W. Savell. 1992. Retail cut yields of Rambouillet wether lambs fed the beta-adrenergic agonist L644,969. *J. Anim. Sci.* 70:161-168.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS PELIBUEY ALIMENTADOS CON DIETAS CON TANINOS DE DIFERENTES ARBOLES FORRAJEROS

FINISHING PERFORMANCE OF PELIBUEY LAMB FED WITH DIFFERENT SOURCE OF TANNINS FROM FORAGE TREE IN THE DIET

Mauricio Velázquez^{1*}, Omar Hernández¹, Silvia López², Sergio Pérez¹, Elvia López³, Isabel Guerrero⁴

¹ Colegio de Postgraduados-Montecillo, ² Colegio de Postgraduados-Veracruz, ³ Zootecnia-UACH-Chapingo, México, ⁴ Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. mauriciovm@colpos.mx

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de incluir taninos de diferentes fuentes en dietas para borregos Pelibuey, en la respuesta productiva. El estudio se llevó a cabo en una granja particular, en Texcoco, Estado de México. Se usaron 36 corderos Pelibuey, con peso inicial promedio de 23.74 ± 4.57 kg y 5-6 meses de edad, distribuidos en 4 grupos (9 animales cada uno) homogéneamente y al azar alojados a uno de 4 tratamientos: dieta testigo (T1), dieta con heno de Cocuite (T2), dieta con heno de Guácimo (T3), y dieta con extractos de Quebracho (T4). Los taninos (2%) fueron aportados por los henos, y el extracto de quebracho. Se evaluó consumo diario de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA), peso vivo al sacrificio (PVS), peso vivo vacío (PVV), rendimiento de la canal caliente (RCC) y fría (RCF), pH en canal caliente y fría. Los datos se analizaron empleando el procedimiento GLM del SAS/STAT, y la comparación de medias con prueba de Tukey. No hubo diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos en ninguna de las variables, excepto en CA (5.22), que fue mayor ($P < 0.05$) para T2. Los promedios para CMS, GDP, CA, PVS, PVV, RCC, RCF, pH canal caliente y fría, fueron 1.26 kg, 268.1 g, 4.75 kg, 36.92 kg, 32.8 kg, 51.64%, 50.02%, 6.18, 5.87, respectivamente. Los resultados sugieren que el uso de árboles forrajeros aun cuando contengan taninos, no afecta el CMS ni comportamiento productivo, considerándose por lo tanto, una alternativa viable en la alimentación de ovinos Pelibuey.

Palabras clave: producción, borregos, canal, taninos.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of supplementing tannins from different forage tree species on growth performance and carcass yield of Pelibuey sheep. Thirty-six Pelibuey male sheep were used, with initial live weight mean of 23.74 ± 4.57 kg and 5-6 months of age. The animals were distributed homogeneously into four groups of nine each, and then randomly assigned to each of the following treatments: T1) control (experimental diet), T2) *Gliricidia sepium* diet, T3) *Guazuma ulmifolia* diet, and T4) Quebracho extract (*Schinopsis balansae*) diet. The tannins (2% by diets) were supplied by *G. sepium* and *G. ulmifolia* hay, and Quebracho extract. The variables evaluated were dry matter intake (DMI), average daily gain (ADG), feed conversion (FC), slaughter weight (SW), empty body weight (EBW), hot carcass yield (HCY) and cold carcass (CCY), hot carcass (HCpH) and cold carcass pH (CCpH). The data were analyzed by used the Proc GLM from SAS/STAT, and means comparison using Tukey test. There were no differences ($P > 0.05$) between treatments in any of the variables, except in FC

(5.22), which was higher ($P < 0.05$) for T2. The averages for DMI, ADG, FC, SW, EBW, HCY, CCY, hot and cold carcass pH were: 1.26 kg, 268.1 g, 4.75 kg, 36.92 kg, 32.8 kg, 51.64%, 50.02%, 6.18, and 5.87, respectively. The results suggest that the use of fodder trees even when they contain tannins, does not affect the DMI and productive behavior, considering therefore an alternative for feeding Pelibuey sheep.

Key words: performance, sheep, carcass, tannins.

Introducción

Debido a los elevados costos de alimentación en la producción ovina, particularmente por el alto precio de los granos, es necesario buscar nuevas alternativas, como el uso de los forrajes, ya sean en pastoreo, de corte u otros como arbustos y árboles forrajeros. Estos últimos tienen la ventaja de su alto contenido de proteína (12-30%) y producción de materia seca (11.5 - 27 Ton MS/Ha) durante casi todo el año, con la desventaja de que algunos presentan taninos (López *et al.*, 2004), considerados factores anti-nutricionales, por su capacidad de estar ligados a fibra (López *et al.*, 2004; McAllister *et al.*, 2005), afectando negativamente la digestibilidad y consumo de MS, y consecuentemente provocan disminución en la ganancia diaria de peso. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que los taninos afectan solo a dosis elevadas ($>$ a 5% de la MS; Hervás *et al.*, 2003; Frutos *et al.*, 2004), y el efecto en el animal dependerá de su concentración en la planta y la cantidad suministrada de ésta. Por lo tanto, la presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de utilizar diferentes fuentes (Cocuite, Guácimo y extracto de quebracho) de taninos condensados incluidos en la dieta en los indicadores productivos de ovinos Pelibuey en finalización.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en una granja particular, en San Bernardino, Texcoco, Estado de México, localizada a 19° 48' 23" LN y 98° 48' 23" LO, y 2,240 msnm. Se usaron 36 corderos Pelibuey, con peso inicial promedio de 23.74 ± 4.57 kg y 5-6 meses de edad, distribuidos en 4 grupos (9 animales cada uno) homogéneamente y al azar alojados a uno de 4 tratamientos: dieta testigo (T1), dieta con heno de *Gliricidia sepium* (T2), dieta con heno de *Guazuma ulmifolia* (T3), y dieta con extractos de Quebracho (*Schinopsis balansae*; T4). Los taninos (2%) fueron aportados por los henos de Cocuite, Guácimo, y el extracto de Quebracho (producto en polvo color rojizo, comercialmente disponible, INDUSOL ATO, Indunor S.A.C.F.I.F), considerando una concentración de taninos de 10%, 15%, y 76%, respectivamente. El heno se obtuvo cortando las hojas, incluso el tallo tierno del final de la rama, y posteriormente se secaron durante una semana en un invernadero, en la región costera centro del estado de Veracruz. El forraje seco se molió utilizando una criba de media pulgada. Los porcentajes tal como se ofrece de las fuentes de taninos en las dietas fueron: Cocuite 20%, Guácimo 13.3%, y extracto de Quebracho 2.65%. Una semana antes de iniciar el experimento, los ovinos se desparasitaron con closantel oral 10% (Zuletels, 2.5 ml) y se les aplicó fósforo orgánico mineralizante intramuscularmente (microfos). Los animales se albergaron en corraletas individuales, se pesaron al inicio del experimento y posteriormente cada 14 días, hasta finalizar el experimento, y tuvieron una semana de adaptación a las dietas experimentales. La alimentación se proporcionó dos veces al día en horario de 8:30 y 17:00 h, en cantidades de 60% y 40% del consumo diario por animal, respectivamente, con agua *ad libitum*. Las dietas se formularon con ingredientes comúnmente utilizados en la región, de

acuerdo a los requerimientos nutricionales recomendados por el NRC (2007), asegurando fueran iso-energéticas e iso-proteicas (Cuadro 1).

Las variables evaluadas fueron consumo diario de MS (CMS), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA), peso vivo al sacrificio (PVS), peso vivo vacío (PVV), rendimiento de la canal caliente (RCC) y fría (RCF), pH de la canal caliente y fría. La CA se calculó dividiendo el consumo diario de alimento entre la GDP. EL PVV se estimó restando el contenido digestivo de las vísceras al PVS. El rendimiento en canal caliente (RCC) se obtuvo: [(Peso de la canal caliente/PVS) x 100]. El rendimiento en canal fría (RCF) se obtuvo: [(Peso de la canal fría/PVS) x 100]. El pH de la canal se registró al sacrificio en canal caliente, y canal fría a las 24 horas post-mortem, utilizando un potenciómetro portátil (HANNA, mod. HI99163) con un electrodo de penetración, la medición fue entre la 12^{va} y 13^{va} costilla derecha. Los datos se analizaron empleando el procedimiento GLM del SAS/STAT (versión 9.3, año 2010), y la comparación de medias con prueba de Tukey.

Cuadro 1. Composición química de las dietas.

Composición química	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
MS, % ¹	94.24	94.06	93.99	93.78
EM Mcal ²	2.80	2.80	2.79	2.76
EMm Mcal ²	1.85	1.56	1.68	1.79
EMg Mcal ²	1.15	0.97	1.03	1.11
Proteína Cruda, % ²	17.06	17.02	17.02	17.0
FDN, % ¹	37.74	34.97	31.59	31.24
FDA, % ¹	10.65	14.04	10.56	10.33
Cenizas, % ¹	6.43	7.91	7.11	6.38
Extracto etéreo ¹	5.59	5.28	6.38	5.89
Ca, % ²	0.85	0.99	0.98	0.86
P, % ²	0.36	0.31	0.29	0.33
Taninos, % ³	0.0	2.0	2.0	2.0

¹Datos de análisis en laboratorio. ²Datos de tablas NRC 2007. ³Se consideró en función de la literatura 10 y 15% de taninos para heno de cocuite y Guácimo, respectivamente. El Análisis de taninos condensados en el forraje de Cocuite y Guácimo fue 6.2 y 18.4, respectivamente.

Resultados y Discusión

Los resultados se muestran en el Cuadro 2. No hubo diferencias (P>0.05) entre tratamientos en ninguna de las variables, excepto en CA (5.22), que fue mayor (P<0.05) para T2 con respecto a T1, y similar a T3 y T4. Los promedios para CMS, GDP, CA, PVS, PVV, RCC, RCF, pH canal caliente y fría, fueron 1.26 kg, 268.1 g, 4.75 kg, 36.92 kg, 32.8 kg, 51.64%, 50.02%, 6.18, 5.87, respectivamente.

Incluir taninos condensados de diferentes especies arbóreas en la dieta para ovinos, no afectó el CMS, contrariamente a lo reportado por Robbins *et al.* (1991) y Hervas *et al.* (2003), básicamente por el sabor astringente de los taninos. Sin embargo, nuestros resultados son similares (1.28 kg/d) a los obtenidos por Reséndiz (2011) en corderos Pelibuey, y menores (de 1.35 a 1.45

kg/d) a los obtenidos por Phillips *et al.*, (2005) en cruza de corderos Romanov, San Croix, Texel y Polypay, aun cuando en ninguno de los trabajos anteriores se suministraron taninos en las dietas. Las GDP obtenidas en el presente estudio, son similares a las obtenidas por Reséndiz (2011), pero superiores a las obtenidas por Marshall *et al.* (2001), Álvarez *et al.* (2003) y Partida *et al.* (2009), quienes reportan 110, 90 y 181 g animal⁻¹ día⁻¹ en borregos Pelibuey, respectivamente. Este comportamiento sugiere que incluir forraje de especies arbóreas, aun cuando contengan taninos, pueden ser una alternativa en la engorda de borregos.

La diferencia en una mayor CA del tratamiento T2 pudo ser a una menor degradabilidad de la materia seca del heno de Cocuite, debido a que el 72.7% de los taninos del cocuite están ligados a proteína y a fibra. Lo contrario pudo haber sucedido con los taninos del heno de Guácimo y extracto de Quebracho, los cuales están en su mayoría libres (79.5 y 90%, respectivamente). Los taninos libres pueden proteger a la proteína de la dieta de la degradabilidad por los microorganismos del rumen, haciéndola disponible en el intestino delgado. Este comportamiento posiblemente se debe, a que los taninos condensados en dietas altas en concentrado, específicamente cuando contienen pasta de soya, disminuyen la tasa de digestión y la digestibilidad ruminal de la proteína cruda y consecuentemente incrementa los niveles de proteína metabolizable (Mezzomo *et al.*, 2011) y en nuestro estudio las dietas con taninos tenían entre 5 y 10% de pasta de soya. En general, los valores de CA obtenidos, son similares a los obtenidos por Reséndiz (2011; 4.7 kg), pero menores a los obtenidas por Álvarez *et al.* (2003) y Partida *et al.* (2009), quienes encontraron valores de 8.6 y 6.6 kg, respectivamente, en borregos Pelibuey. Aun cuando en este estudio encontramos diferencias en la CA por tratamiento (debido a la fuente que provee taninos, y al posible efecto que tienen para formar complejos con la proteína de la dieta), la CA es mejor comparada con otros reportes.

El rendimiento de la canal caliente y fría fue ligeramente menor al reportado por Reséndiz (2011) (54.4%), pero similar a los reportados por Hernández *et al.* (2009) y Partida y Martínez (2010), (51.9% y 49.1%, respectivamente).

El pH de la canal caliente y fría encontrado en este estudio, está dentro de los estándares normales (6.5 a 5.5), similares a los obtenidos por Torrescano *et al.* (2009) y Hernández *et al.* (2009), quienes reportan un pH al sacrificio de 6.10 y 6.34, y un valor de pH post-mortem de 5.80 y 5.53, respectivamente, ambos en ovinos Pelibuey. Estos resultados indican que los animales no sufrieron algún tipo de estrés durante el proceso desde transporte-sacrificio, si consideramos que el pH es factor a considerar en el establecimiento de rigor mortis y cambios postmortem.

Cuadro 2. Variables de producción y en la canal de borregos Pelibuey suplementados en su dieta con diferente fuente de taninos de árboles forrajeros.

Variables	Tratamientos				EEM	Valor de P
	T1	T2	T3	T4		
PVI, kg	23.45	24.55	22.78	24.21	0.7924	0.4080
PVF, kg	41.72	40.13	38.04	41.17	1.1588	0.1466
CMS, kg	1.281	1.318	1.196	1.256	0.0442	0.3474
GDP, gd ⁻¹	295.1	255.1	251.4	270.8	0.0146	0.1676
CA, kg MS	4.34 ^a	5.22 ^b	4.82 ^{ab}	4.64 ^{ab}	0.1389	0.0216
PVS, kg	38.40	36.51	34.97	37.79	1.0787	0.1431
PVV, kg	34.01	32.65	31.53	33.28	0.9718	0.3388
RCC, %	51.70	51.80	52.61	50.46	0.5553	0.0790
RCF, %	50.38	50.16	50.87	48.66	0.6205	0.0971
pHCC	6.30	6.07	6.19	6.174	0.0582	0.0824
pHC24h	5.79	5.97	5.91	5.82	0765	0.3594

a, b: medias con literales distintas en cada fila son diferentes (P<0.05). EEM= error estándar de la media; PVI= peso vivo inicial; PVF= peso vivo final; CMS= consumo de materia seca; GDP= ganancia diaria de peso; CA= conversión alimenticia; PVS= peso vivo al sacrificio; PVV= peso vivo vacío; RCC= rendimiento en canal caliente; RCF= rendimiento en canal fría; pHCC= pH de la canal caliente; pHC24h= pH de la canal en refrigeración a 24 h postmortem.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados, se sugiere que incluir 2% de taninos en la dieta para ovinos no afecta el consumo de MS, el rendimiento ni el pH en la canal, por lo tanto, es una buena alternativa en la alimentación de ovinos Pelibuey. Sin embargo, más investigación es necesaria, para confirmar los resultados reportados aquí, considerando en la dieta diferentes fuentes y concentraciones de taninos.

Agradecimientos: Parcialmente financiado por el Fideicomiso 167304 y la LPI-2 (Agroecosistemas sustentables) y LPI-7 (Inocuidad alimentaria), del Colegio de Postgraduados.

Literatura Citada

- Álvarez, M. G., Melgarejo, V. L. y Castañeda, N. Y. 2003. Ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria en ovinos alimentados con fruto (semilla con vaina) de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y pollinaza. Vet. Méx. 34 (1): 39-46.
- Frutos, P., Raso, M., Hervás, G., Mantecón, A.R., Pérez, V., Giráldez, F.J. 2004. Is there any detrimental effect when a chestnut hydrolyzable tannins extract is included in the diet of finishing lambs? Anim Res 56, 127-136.
- Hernández, C.L., Ramírez-Bribiesca, J.E., Guerrero-Legarreta, M.I., Hernández-Mendo, O., Crosby-Galvan, M.M., Hernández-Calva, L.M. 2009. Effects of crossbreeding on carcass and meat quality of Mexican lambs. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.61, n.2, p.475-483.
- Hervás, G., Pérez, V., Giráldez, F.J., Mantecón, A.R., Almar, M.M., Frutos, P. 2003. Intoxication of sheep with quebracho tannin extract. J Comp Pathol 129: 44-54.
- López, J., Tejada, I., Vazquez, C., De Dios, G. y Shimada, A. 2004. Condensed tannins in humid tropical fodder crops and their *In vitro* biological activity part 1. J. Sci Food Agric. 84: 291-294.
- Marshall, S. W., Bertot V. J. A., Delgado A., Collantes, C. M. y Alba, C. 2001. Características productivas y rasgos de la canal de corderos pelibuey alimentados con heno y suplementados con gallinaza y harina de soya. Rev. Prod. Anim. 13 (2): 43-47.
- McAllister, T.A., Martinez, T., Bae, H.D., Muir, A.D., Yanke, L.J., Gones, G.A. 2005. Characterization of condensed tannins purified from legume forages: Chromophore production, protein precipitation and inhibitory effects on cellulose digestion. J. Chem. Ecol. 31: 2049-2068.

- Mezzomo, R., Paulino, P.V.R., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Paulino, M.F., Monnerat, J.P.I.S., Duarte, M.S., Silva, L.H.P., Moura, L.S. 2011. Influence of condensed tannin on intake, digestibility, and efficiency of protein utilization in beef steers fed high concentrate diet. *Livestock Science*, 141:1-11.
- NRC. 2007. Nutrients Requirements of small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. Committee on Nutrient Requirements of Small Ruminants, Board of Agriculture and Natural Resources, Division on Earth and Life Studies, The National Research Council. The National Academies Press. Washington D.C.
- Partida, P.J.A., y Martínez, R.L. 2010. Composición corporal de corderos Pelibuey en función de la concentración energética de la dieta y del peso al sacrificio. *Vet. Méx.*, 41 (3): 177-190.
- Partida, P. J., Braña, V. D. y Martínez, R. L. 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruzas con Suffolk o Dorset. *Téc. Pecu. Méx.* 47(3): 313-322.
- Phillips, W.A., Brown, M.A., Dolezal, H.G., Fitch, G.Q. 2005. Feedlot Performance and Carcass Characteristics of Lambs Sired by Texel, Romanov, St. Croix or Dorset Rams from Polypay and St. Croix Ewes. *Sheep & Goat Research Journal*, Vol. 20: 11-16.
- Reséndiz, C.V. 2011. Finalización de borregos Pelibuey utilizando dietas con diferentes niveles de alfalfa: respuesta en producción y calidad de la carne. Tesis de M en C. Colegio de postgraduados, Montecillo, Texcoco. Edo. de México.
- Robbins, C.T., Hagerman, A.E., Austin, P.J., McArthur, C., Hanley, T.A. 1991. Variation in mammalian physiological responses to a condensed tannin and its ecological implications. *J. Mammal.* 72: 480-486.
- SAS/STAT. 2010. SAS systems for windows. Version 9.3. SAS Institute Inc., Campus Drive, Cary, North Carolina 27513.
- Torrescano, U. G., Sánchez, E. A., Peñuri, M. F., Velázquez, C. J. y Sierra, R. T. 2009. Característica de la canal y calidad de la carne de ovinos Pelibuey, engordados en Hermosillo, Sonora. *BIOtecnia*, 11 (1):41-50.

EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN SOBRE LA CAPACIDAD TERMORREGULATORIA DE OVEJAS DE PELO ESTRESADAS POR CALOR

EFFECT OF ENERGY SUPPLEMENTATION DURING THE LAST THIRD OF GESTATION ON THERMORREGULATION CAPACITY OF HEAT-STRESSED HAIR EWES

Ricardo Vicente¹, Francisco Reyes¹, Leonel Avendaño¹, Francisco D. Álvarez¹, Cesar A. Meza²,
Abelardo Correa¹, Ulises Macías^{1*}

¹*Instituto de Ciencia Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C.*

²*Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma de Chapingo, Bermejillo, Durango.*

* *Autor de correspondencia: ulisesmacias1988@hotmail.com*

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación energética durante el último tercio de gestación sobre la capacidad de termorregulación fisiológica en ovejas de pelo sometidas a estrés calórico. Un total de 24 ovejas Katahdin x Pelibuey con 96 días de gestación, se asignaron bajo un diseño de bloques completamente al azar a 1 de 2 dietas experimentales (n=12) formuladas con: 1) 100% (testigo) ó 2) 130% (suplementadas) de requerimientos de energía metabolizable (EM). El experimento se realizó en verano durante 21 días, 6 de adaptación y 15 de periodos experimental (día 100 al 115 de gestación). El peso vivo y la condición corporal fue similar (P>0.05) entre grupos tratados, al inicio y término del periodo experimental. Al final del periodo experimental, las ovejas suplementadas tendieron a presentar mayor (P=0.10) temperatura rectal y menor (P=0.07) consumo de alimento diario que las testigos. Asimismo, ovejas suplementadas tuvieron mayor (P=0.04) frecuencia respiratoria y similar (P>0.05) consumo de agua al términos del experimento. En conclusión, la suplementación energética en el último tercio de gestación de ovejas estresadas por calor provocó a una tendencia a incrementar la temperatura corporal, y ese exceso de carga de calor corporal se disipó incrementando la frecuencia respiratoria.

Palabras clave: Ovinos de pelo, gestación, estrés calórico, regulación de temperatura.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of energy supplementation during the last third of gestation on physiological thermoregulation capacity of hair ewes under heat stress conditions. Twenty-four Katahdin x Pelibuey ewes with 96 days of pregnancy were assigned under a randomized complete block design to 1 of 2 experimental diets (n=12), which were formulated with: 1) 100% (control) or 2) 130% (supplemented) of metabolizable energy (EM) requirements. The experiment was carried in summer during 21 days, 6 days of adaptation and 15 days of experimental period (day 100 to 115 of gestation). Liveweight and body condition score were similar (P>0.05) between treated groups, at the beginning and end of the study period. At the end of the experimental period, supplemented ewes tended to have higher (P=0.10) rectal temperature and lower (P=0.07) feed intake than control ewes. Likewise, supplemented

ewes had higher ($P=0.04$) respiration rate and similar ($P>0.05$) water intake at the end of the experiment. In conclusion, the energetic supplementation during late gestation of heat-stressed ewes provoked a trend to increase the body temperature, and that excess of body heat was dissipated increasing the respiration rate.

Key words: Hair sheep, gestation, heat stress, temperature regulation.

Introducción

La etapa de la gestación más crítica en el desarrollo del producto de los mamíferos es el último tercio, ya que es cuando el feto tiene entre el 70 y 80% de su crecimiento (Gurselet *et al.*, 2010). En esta etapa cualquier factor estresor ambiental puede comprometer el desarrollo fetal, lo cual puede impactar negativamente sobre la productividad de la oveja tanto al parto como al destete. Con el fenómeno del calentamiento global producto del efecto invernadero, la temperatura en varias regiones del mundo se está incrementando, presentándose condiciones de estrés calórico para los animales en lugares caracterizadas con climas templados (Nardone *et al.*, 2010). En ovejas preñadas, es ampliamente conocido que el estrés por calor provoca un retardo en crecimiento intrauterino como consecuencia del bajo desarrollo placentarios, lo cual se refleja en bajos pesos al nacimiento y alta tasa de mortalidad en las primeras semanas post-parto (Durak y Altiner, 2006; Ates *et al.*, 2008 y Gurselet *et al.*, 2010). El deficiente desarrollo placentario se debe a la activación de mecanismo de termorregulación que favorecen la homeotermia de la madre y el feto, eliminando el exceso de carga de calor corporal y reduciendo la producción de calor metabólico (Marai *et al.*, 2008). La reducción en el consumo de alimento e incremento en el consumo de agua es el principal mecanismo usado para bajar la producción de calor metabólico, lo cual impacta en una reducción en la disponibilidad de nutrientes para promover el desarrollo de placenta, y por ende, también del feto (Bell *et al.*, 1989). Además, los pocos nutrientes provisto por el consumo de la dieta son convertidos en energía para ser utilizado parcialmente en la disipación de calor corporal a través de incrementar la frecuencia respiratoria (Wu *et al.*, 2006). Una alternativa para evitar el retardo en el crecimiento uterino de ovejas estresadas por calor, podría ser la suplementación energética durante el último tercio de gestación, usando fuentes altamente energéticas como cereales y aceites de origen vegetal. De esta manera, el bajo consumo de alimento estaría compensado con el ofrecimiento de una dieta altamente energética. Así, el nivel de energía usado para crecimiento de tejido placentario y fetal, no estaría comprometido por el gasto energético de la activación de los mecanismos compensatorios para regular la temperatura corporal bajo condiciones de altas temperaturas. Cabe mencionar que no se encontró información sobre el uso de ésta estrategia de alimentación para reducir los efectos del estrés calórico sobre el desarrollo placentario y fetal en ovejas gestantes durante el último tercio de preñez. Considerando que demasiada energía podría generar un exceso de calor metabólico y con ello, comprometer la capacidad de la oveja preñada para disipar el exceso de calor corporal. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación energética durante el último tercio de gestación sobre la capacidad de termorregulación de ovejas de pelo estresadas por calor.

Materiales y Métodos

El estudio se llevo a cabo durante la época de verano en la Unidad Experimental Ovina del Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC, la cual se ubica en el Valle de Mexicali, Baja California. El clima en esta región es árido-seco, muy similar al observado en el Desierto de Sonora (Gacia, 1987). Los veranos en esta región se caracterizan por ser extremadamente calientes (hasta 50°C)

con mínimo movimiento de aire y sin lluvias. Se utilizaron 24 ovejas multíparas preñadas Katahdin x Pelibuey con condición corporal entre 3.0 y 3.5 (escala 1-5, Russel et al., 1969). Cuando las ovejas alcanzaron los 94 días de gestación, se asignaron bajo un diseño de bloques completamente al azar a dos tratamientos, usando el peso vivo (PV) y la condición corporal (CC) como factores de bloqueo. Los tratamientos consistieron en la formulación de dos dietas experimentales para ovejas gestantes en el último tercio, la primera (testigo) en base al 100% de requerimiento de energía metabolizable (EM= 2.4 Mcal/kg de MS; NRC, 2007), y la segunda (suplementada) al 130% de los requerimientos de EM (3.2 Mcal/kg de MS). Del día 94 al 100, se adaptaron las ovejas a su respectiva dieta, y del día 100 al 115 de gestación comprendió el periodo experimental. Las dietas se ofrecieron diariamente dos veces por día (7:00 y 18:00 h) en una proporción de 50% en cada vez. Además, el agua se ofreció a libre acceso. Cuatro ovejas por tratamiento se colocaron en corraletas individuales para medir el consumo diario de alimento y agua. El resto de las ovejas se colocaron en dos corrales de 5 x 5 m, uno por grupo de oveja tratado. Al inicio y fin del periodo experimental, las ovejas se pesaron individualmente y se les midió la CC usando la escala de Russel et al. (1969; 1=muy flaca y 5= muy gorda). Adicionalmente, en esos mismos días se registró la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria a las 16:00 h. La TR se midió con termómetro digital (Delta Trak, CA[®], USA) y la TR por conteo del número de movimientos del espacio intercostal por minuto. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza utilizando el PROC MIXED de SAS (2004). Las medias se compararon con la prueba t-student a una $\alpha=0.05$.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del estudio. El PV y la CC fueron similares ($P>0.05$) entre ambos grupos, al inicio y término del período experimental. En este estudio se esperaba que el PV y la CC se mejorara significativamente por efecto de la suplementación energética, ya que aun cuando el estrés calórico redujo el consumo de alimento en ambos tratamientos, el hecho de haber ofrecido una dieta altamente densa en EM, 30% más al indicado por el NRC (2007), compensaría la deficiencia de EM. Posiblemente este resultado se deba a que el período de suplementación fue muy corto (15 días). También en este estudio se observó que la TR fue similar ($P>0.05$) entre grupos tratados al inicio y fin del periodo experimental. Aunque al final del periodo de alimentación, la TR tendió ($P=0.07$) a incrementarse por efecto de la suplementación energética. Esto sugiere que la dieta de ovejas suplementadas provocó un ligero incremento en la producción de calor metabólico corporal comparado con la dieta ofrecida a las ovejas testigo, lo cual se reflejó en una tendencia a incrementar la temperatura interna del cuerpo. Marai et al. (2007) y Gonzales-Bulnes *et al.* (2011) mencionan que el incremento de la temperatura corporal promueve una necesidad de ejercer respuestas compensatorias apropiadas para mantener la homeostasis y sobreponerse a condiciones estresantes. Al respecto, en este estudio se observó que las ovejas suplementadas presentaron mayor FR ($P=0.04$) al final del periodo experimental y una tendencia ($P=0.10$) a disminuir el consumo de alimento comparado con ovejas testigo. Sin embargo, el consumo de agua no cambió ($P=0.70$) por efecto de la suplementación energética. Por lo tanto, como consecuencia de la tendencia a incrementar la TR por efecto de la suplementación energética durante el último tercio de gestación, las ovejas de pelo estresadas por calor activaron mecanismos de termorregulación para eliminar el exceso de carga de calor corporal (incremento en FR) y disminuir la producción de calor metabólico (disminución en consumo de alimento). Así, mantenerse en homeotermia. Marai et al. (2007) menciona que el incremento en la FR es el principal mecanismo fisiológico que ayuda a disipar el

exceso de calor corporal en ovinos (60%), pero cuando este falla, la TR incrementa provocando cambios en las funciones fisiológicas, tales como una reducción en el consumo de alimento y en el aprovechamiento de alimento.

Por otra parte, si bien, el régimen de alimentación no afectó ($P>0.05$) el consumo de alimento diario en este estudio, se observó que el consumo de alimento se redujo para ambos grupos en alrededor de un 33% comparado con el indicado por el NRC (2007) para ovejas gestantes en el último tercio. Esto muestra evidencia de que el estrés por calor activa este mecanismo como medida de respuesta para evitar generar calor metabólico, y así, prevenir una futura hipertermia (Abdellaet *al.*, 1993). El consumo de agua tampoco se afectó con la suplementación energética, sin embargo, fue elevado en ambos grupos tratado. Esto sugiere que las ovejas de pelo estresadas por calor durante el último tercio de su gestación, se mantienen en homeotermia como consecuencia de una reducción en el consumo de alimento y un incremento en el consumo de agua. En general, altos consumos de agua en ovejas gestantes estresadas por calor puede ser un mecanismo de enfriamiento y una forma de compensar el déficit de agua, el cual es causado por el incremento de la evaporación a través del tracto respiratorio y sudoración de la superficie de la piel (Maraiet *al.*, 2007 y Sejianet *al.*, 2010).

Cuadro 1. Peso vivo, condición corporal y variables fisiológicas de ovejas de pelo suplementadas con energía durante el último tercio de gestación, bajo condiciones de altas temperaturas.

	Régimen de alimentación			Valor de <i>P</i>
	Testigo	Suplementada	E.E.	
Peso vivo (kg)				
Inicial	50.85	51.34	0.44	0.45
Final	51.82	48.93	1.99	0.33
Condición corporal ^a				
Inicial	2.91	3.10	0.10	0.06
Final	3.04	3.08	0.07	0.69
Temperatura rectal (°C)				
Inicial	39.62	39.72	0.06	0.25
Final	39.79	39.88	0.03	0.07
Frecuencia respiratoria (rpm ^b)				
Inicial	115	117	6.45	0.85
Final	123	135	4.03	0.04
Consumo de alimento (kg/d)	1.25	1.11	0.03	0.10
Consumo de agua (lt/d)	6.49	6.03	0.78	0.70

^aSe midió en escala de 1= muy flaca a 5= muy gorda; ^brpm=respiraciones por minuto

Conclusiones

La suplementación energética en el último tercio de ovejas de pelo estresadas por calor, produce un ligero incremento en la temperatura corporal, posiblemente por incremento en la producción de calor metabólico. Como consecuencia, estas ovejas activan mecanismos de termorregulación efectivos para mantener su homeotermia bajo condiciones de altas temperaturas, los cuales se basan principalmente en el incremento de la frecuencia respiratoria, y tienden a bajar su consumo de alimento por día.

Literatura Citada

- Abdella, E.B.; Kotby, E.A.; y Johnson, H.D. 1993. Physiological responses to heat-induced Hyperthermia of pregnant and lacting ewes. *Small Ruminant Research*. 11:125-134.
- Ates, A., Altiner, A., Ozpinar, A., and Mostl, E. 2008. Effect of Energy Restriction on Serum Cortisol and Its Fecal Metabolite (11,17-Dioxoandrostan) in Pregnant Ewes. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 52:373-376.
- Bell, A. W.; McBride, B. W.; Slepatis, R.; Early R. J. y Currie, W. B. 1989. Chronic Heat Stress and Prenatal Development in Sheep: I. Conceptus Growth and Maternal Plasma Hormones and Metabolites. *Juornal Animal Science*, 67:3289-3299.
- Durak, M.H., and A. Altiner. 2006. Effect of Energy Deficiency during Late Pregnancy in Chios Ewes on Free Fatty Acids, b-Hydroxybutyrate and Urea Metabolites. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 30:497-502.
- Gonzalez-Bulnes, A.; C.A. Meza-Herrera, M.Rekik, H. Ben Salem, and R.T. Kridli. 2011. Limiting Factors and Strategies for Improving Reproductive Outputs of Small Ruminants Reared in Semi-Arid Environments. *Semi-Arid Enviroments: Agriculture, Water Suply and Vegetation*. Edit. Nova Science Publishers. Pp. 41-42. ISBN: 978-1-61761-215-2.
- Gursel, F.E., M.H.Durak, and A. Altiner. 2010. Serum ceruloplasmin levels in ewes fed deficient-energy during late pregnancy. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9:820-825.
- Marai, I.F.M., A.A. El-Darawany, A.Fadiel, and M.A.M. Abdel-Hafez. 2008. Reproductive Performance Traits as Affected by Heat Stress and Its Alleviation in Sheep-Review. *Tropical and Subtropical Agroecosystem* 8: 209 – 234.
- Marai, I.F.M., A.A. El-Darawany, A.Fadiel, and M.A.M. Abdel-Hafez. 2007. Physiological Traits as Affected by Heat Stress in Sheep—A Review. *Small Ruminant Research* 71:1–12.
- Nardon, A., B.Ronchi, N.Lacetera, M.S.Raniera, and U.Bernabucci. 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science* 130:57–69.
- Sejian, V., V.P. Maurya, and S.M.K.Naqvi. 2010. Adaptability and growth of malpura ewes subjected to thermal and nutritional stress. *Tropical Animal Health Production* 42:1763-70.
- Wu, G., F.W.Bazer, J.M. Wallace, and T.E. Spencer, T.E. 2006. Board-Invited Review: Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences. *Journal Animal Science* 84: 2316-2337.

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS *IN VIVO* E *IN SITU* DE CORDEROS
EN CRECIMIENTO ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE HENO DE CEBADA
TRATADAS CON ENZIMAS FIBROLÍTICAS EXÓGENAS**

**EVALUATION OF PARAMETERS *IN VIVO* AND *IN SITU* OF GROWTH LAMBS FED
WITH DIETS BASED ON BARLEY HAY TREATED WITH EXOGENOUS
FIBROLYTIC ENZYMES**

Jenifer D. Andrade¹, Gustavo Tirado¹, Ignacio Mejía¹, Carlos U. Häubi Segura² y Rubén Larios González³.

¹Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación-Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, ²Centro de Ciencias Agropecuarias-Universidad Autónoma de Aguascalientes, ³CBTA No. 61 de Calvillo, Aguascalientes.

Resumen

El presente experimento se llevó a cabo con la finalidad de evaluar el efecto de un complejo enzimático exógeno adicionado a una dieta alta en forraje (heno de cebada), sobre parámetros productivos y digestibilidad en ovinos. En la fase *in vivo* se utilizaron 24 corderos machos, distribuidos aleatoriamente en un DCA con 4 tratamientos y 6 repeticiones cada uno. Los tratamientos (Ti) fueron los siguientes: T1: 15% pollinaza, 0% enzima; T2: 15% pollinaza, 4% enzima; T3: 0% pollinaza, 0% enzima y T4: 0% pollinaza, 4% enzima. El periodo de prueba fue de 75 días (11 d de adaptación y 64 d para toma de datos). Las variables analizadas fueron: ganancia de peso total (GPT), ganancia diaria de peso (GDP), ganancia de peso fraccional (GPF) consumo de alimento (CoA) y conversión alimenticia (CA). En una segunda etapa se emplearon dos vacas Holstein-Friesian canuladas en rumen, para evaluar la degradabilidad ruminal *in situ* según cuadro latino 4x4. En los resultados *in vivo* obtenidos, sólo se encontró diferencia significativa ($P < 0.01$) en la GPT y GDP, sin embargo los animales agrupados en los tratamientos sin pollinaza (3 y 4) presentaron un mejor comportamiento en cada una de las variables. Los resultados *in situ* aún no han sido evaluados. Por lo tanto, en este caso, podemos concluir que la adición de la enzima no mejoró los parámetros productivos de los ovinos en crecimiento.

Palabras clave: rumiantes, heno de cebada, enzimas fibrolíticas exógenas.

Abstract

This experiment was conducted in order to evaluate the effect of exogenous enzyme complex added to a diet high in forage (hay barley) on productive performance and digestibility in sheep. In vivo phase used 24 male lambs were randomly divided into a DCA with 4 treatments and 6 replicates each. Treatments (Ti) were: T1: 15% chicken manure, 0% enzyme, T2: 15% chicken manure, 4% enzyme; T3: 0% chicken manure, enzyme and T4 0% 0% chicken manure, 4% enzyme. The trial period was 75 days (11 d of adaptation and 64 d for data collection). The variables analyzed were: total weight gain (GPT), average daily gain (ADG), fractional weight gain (GPF) feed intake (CoA) and feed conversion (FC). In a second step we used two Holstein-Friesian cows rumen cannulated to assess in situ ruminal degradability by 4x4 Latin square. In vivo results obtained, only significant difference ($P < 0.01$) in the GPT and GDP, but the animals grouped in the treatments without chicken manure (3 and 4) performed better in each of the

variables. The in situ results have not yet been evaluated. Therefore, in this case, we conclude that the addition of the enzyme did not improve the productive performance of growing lambs.

Key words: ruminants, barley hay, exogenous fibrolytic enzymes.

Introducción

En la actualidad, la producción de carne, leche y huevo para el consumo humano se ve limitada debido a que los animales a partir de los cuales se obtienen estos productos, compiten en mayor o menor grado con el hombre por los alimentos, especialmente los cereales. El interés por la utilización de residuos agrícolas en la alimentación de rumiantes se ha venido incrementando en el ámbito mundial en los últimos años, a medida que la disponibilidad de granos se reduce. Es también importante la competencia nula entre monogástricos y rumiantes por alimentos fibrosos y, la habilidad que tienen los rumiantes para convertir esos materiales fibrosos en productos útiles para el hombre (carne, leche, pieles, lana, etc.) (Fuentes *et al.*, 2001).

La alimentación dentro de un sistema de producción pecuaria es el mayor rubro económico, por lo que se han empleado diversas tecnologías para mejorar la utilización de los nutrientes, principalmente de los carbohidratos estructurales de la fibra (Moreno *et al.*, 2007). Los componentes primarios de las paredes celulares de los forrajes son la celulosa y la hemicelulosa, los cuales son digeridos por las enzimas fibrolíticas de las bacterias y protozoarios ruminales (Yescas-Yescas *et al.*, 2004). La digestión de la fibra se mantiene incompleta, es por ello que durante las últimas décadas se han venido desarrollando un gran número de investigaciones para intentar superar estas limitaciones en la magnitud de la degradación de los componentes fibrosos en los rumiantes. Existen métodos para tratar los forrajes fibrosos que permiten incrementar el consumo y la digestibilidad de estos alimentos y por lo tanto incrementar la productividad animal (Fuentes *et al.*, 2001). La biotecnología ha permitido obtener una gran cantidad de productos, entre ellos las enzimas fibrolíticas, que podrían utilizarse para mejorar la digestibilidad de la fibra de los forrajes. En el ganado rumiante hace más de 40 años se hicieron los primeros intentos sobre el estudio de su efectividad en la suplementación del rebaño (Burroughs *et al.*, 1960). Una estrategia potencial es la adición de enzimas fibrolíticas a la dieta de los rumiantes las cuales pueden completar la actividad celulolítica de la microflora ruminal (Yang *et al.*, 1999; Bedford 2000; Coronel *et al.*, 2001). Por lo tanto, la suplementación con enzimas fibrolíticas exógenas, a pesar de las inconsistencias de los resultados obtenidos hasta hoy, se presenta como una de las alternativas tecnológicas capaz de contribuir a estimular los complejos mecanismos de degradación de la pared celular vegetal de los pastos, forrajes, ensilados, pajas de cereales, cereales y otras fuentes de alimentos de uso frecuente en la nutrición de los rumiantes (González, 2004).

Considerando lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la adición de un complejo enzimático comercial en la dieta de corderos en desarrollo sobre el comportamiento productivo.

Materiales y Métodos

Etapas *in vivo*

La investigación se llevó a cabo en el área de Posta Zootécnica del ITEL Aguascalientes. Se emplearon 24 corderos machos enteros, raza Dorper-Katahdin, con un promedio de peso inicial de 23.956 kg distribuidos en un DCA (cuadro 2). Los borregos se alimentaron con dietas que contenían 40% de heno de cebada como forraje y 60% de concentrado (cuadro 1). Se ofreció alimento dos veces al día, a las 9:00 y 16:00 h, dividiéndose la ración total en 50% y 50%. El

complejo enzimático comercial Promote N.E.T – Liquid™ (Agribrands International, Inc.) fue aplicado directamente sobre el alimento, todo por la mañana al momento de servirlo (0.5 mL/animal/día). Se evaluaron dos niveles del complejo enzimático (0 y 4 g) y dos niveles de pollinaza (0 y 15 %) (Cuadro 2). El agua se administró a libre acceso. Se planteó un periodo experimental de 64 días, con una etapa previa de adaptación a las dietas de 11 días. Fase experimental total de 75 días. Los animales fueron pesados al inicio del experimento (obteniéndose así el peso inicial) y posteriormente cada 15 días (peso fraccional) hasta la finalización del mismo (último pesaje corresponde a peso final). El consumo de alimento se evaluó dos veces por semana, considerando la materia seca (MS) total ofrecida menos la MS rechazada. La cantidad semanal de alimento ofrecido se ajustó al peso vivo de los animales (considerando un 3.5% del PV para cada Ti). El rechazo de alimento fue medido dos veces por semana por tratamiento. Por último, la conversión alimenticia se evaluó tomando como base la ganancia de peso obtenida durante el periodo experimental entre el total de kg de MS consumidos por cada borrego en el mismo periodo.

Cuadro 1. Proporción de ingredientes utilizados en las dietas experimentales para ovinos con y sin inclusión de pollinaza (kg/100 kg MS).

Ingrediente	BH	BS	BH	BS
Harina de soya	16	17.98	20	22.47
Harina de canola	7.4	8.22	7.4	8.22
Soy Plus	5	5.56	5	5.56
Melaza	7	9.33	7	9.33
Urea	.300	.30	1	1
Maíz rolado	8.60	9.66	18.15	20.46
Heno de cebada	40	44.94	40	44.94
Pollinaza	15	17.24	0	0
Sal en polvo	.200	.200	.200	.200
Bicarbonato de sodio	.500	.500	.650	.650
Bicarbonato de calcio	0	0	.500	.500
Microminerales	0	0	.100	.100
TOTAL	100	113.932	100	113.427

Cuadro 2. Aleatorización de los tratamientos y porcentajes de enzima y pollinaza utilizados

Tratamiento	Heno de cebada	Enzima (g/kg de MS)	Pollinaza (%)
1	40	0	15
2	40	4	15
3	40	0	0
4	40	4	0

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante un ANOVA con comparación de medias (DMS) con un nivel de significancia de 0.05.

Etapa *in situ*

La etapa experimental *in situ* se llevó a cabo en La Posta Zootécnica del Centro de Ciencias Agropecuarias de la UAA, en la unidad de Bovinos de Leche. Se aplicaron las cuatro dietas experimentales y un control (heno de cebada) a dos vacas fistuladas ruminalmente y provistas de cánulas (Pliable Rumen Cannula, 4” ID), con el propósito de mantener a los animales estabilizados al interior del rumen. El modelo estadístico utilizado fue un cuadro latino 4x4, con 4 Ti, 4 periodos de prueba con sobrecambio y 2 corridas empleando dos vacas.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos por tratamiento y por variable se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Resumen de las variables evaluadas en la etapa *in vivo* (kg).

Ti	Peso inicial	Peso Final	GPT	GDP	CoA	CA
1	25.08 a	33.24 a	8.16 b	0.128 b	0.828 b	7.89 a
2	23.70 a	32.44 a	8.74 b	0.137 b	0.856 ab	7.53 a
3	23.64 a	33.95 a	11.23 a	0.176 a	1.013 a	6.90 b
4	23.41 a	33.42 a	9.50 ab	0.149 ab	0.597 c	4.76 c
CV (%)	13.06	9.07	16.02	16.02	17.03	16.86

Tratamientos con letras diferentes por variable difieren estadísticamente (P=0.05)

Al inicio del experimento, los animales del T1 registraron el peso inicial más alto (25.08 kg). El T3 (considerado testigo verdadero), el cual no incluía pollinaza en la dieta y no se agregó enzima, resultó ser el mejor en tres de las seis variables analizadas (PF, GPT Y GDP), aunque estadísticamente no muestre diferencias notables con los demás tratamientos. Sin embargo, el T4, que no incluía pollinaza y se le agregó enzima, en consumo de alimento (0.597 kg) y conversión alimenticia (4.758 kg) mostró el mejor comportamiento en ambos parámetros.

La falta de efecto de enzimas fibrolíticas sobre la degradación de alimentos para rumiantes ha sido reportada en varios estudios. Sin embargo, otros estudios han reportado ventajas del uso de las enzimas fibrolíticas exógenas para mejorar la digestibilidad de alimentos para rumiantes bajo diferentes condiciones experimentales.

Conclusiones

Bajo las condiciones descritas en el presente experimento, los resultados obtenidos permiten concluir que la aplicación de la enzima evaluada no mejoró el comportamiento de sobre los parámetros productivos evaluados.

Literatura Citada

- Bedford, M.R. 2000. Exogenous enzymes in monogastric nutrition and their current value and future benefits. *Anim Feed Sci Tech* 86: 1.
- Burroughs, W., W. Woods, S.A. Ewing, J. Greig and B. Theurer. 1960. Enzyme additions to fattening cattle rations. *J Anim Sci* 19: 458-464.
- Coronel, U., M.E. Ortega, C.G. Mendoza, M.M. Sánchez, T.J. Ayala and C. Becerril. 2001. Effect of two strains of *Saccharomyces cerevisiae* on productive performance of heifers. *Nutrition Society England* 7: 10-12.
- Fuentes, J., C. Magaña, L. Suárez, R. Peña, S. Rodríguez y B. Ortíz-de la Rosa. 2001. Análisis químico y digestibilidad “*in vitro*” de rastrojo de maíz (*Zea mays* L.). *Agronomía Mesoamericana* 12(2): 189-192.
- González-García, E. 2004. Utilización de enzimas fibrolíticas en cabras lecheras. Evaluación de su actividad y características fermentativas *in vitro*. Tesis doctoral. Departament de Ciència Animal i dels Aliments de la Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra, Barcelona, España. 124 pàgines.
- Moreno, R., J.M. Pinos-Rodríguez, S. González, G. Álvarez, J.C. García, G. Mendoza y R. Bárcena. 2007. Efecto de enzimas fibrolíticas exógenas en la degradación ruminal *in vitro* de dietas para vacas lecheras. *Interciencia* (32)12: 850-853.
- Yang, W.Z., K.A. Beauchemin and L.M. Rode. 1999. Effects of an enzyme feed additive on extent of digestion and milk production of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 82: 391-403.
- Yescas-Yescas, R., R. Bárcena-Gama, G.D. Mendoza-Martínez, S.S. González-Muñoz, M. Cobos-Peralta y M.E. Ortega-Cerrilla. 2004. Digestibilidad *in situ* de dietas con rastrojo de maíz o paja de avena con enzimas fibrolíticas. *Agrociencia* 38(1): 23-31.

**COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE BORREGAS F₁DORPER Y
KATAHDIN EN AGOSTADERO EN ZONAS ARIDAS DEL ESTADO DE
CHIHUAHUA**

**BOTANICAL COMPOSITION OF THE DIET OF DORPER AND KATAHDIN
F₁EWES ON A RANGE PASTURE OF ARID RANGELANDS OF THE
CHIHUAHUA STATE**

Lagos H. G., A. Jurado A. G., Rodríguez-Almeida., Villalobos G., G. Quintana.

*Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología, Perif. Fco. R. Almada Km 1.,
Chihuahua, Chih., México C. P. 31453.*

Resumen

El objetivo fue evaluar la composición botánica de la dieta de dos cruza de borregas en condiciones de pastoreo en agostadero en zonas áridas del estado de Chihuahua. Se utilizaron seis borregas F₁Dorper (Dp) y seis Katahdin (Kt.) multíparas, no lactantes. Para la determinación de la dieta se utilizó la técnica de muestreo focal. Los periodos de muestreo correspondieron a las estaciones del año 2011. Seis diferentes estratos estuvieron presentes en la dieta. En general, se observó interacción ($P < 0.05$) del grupo racial por estación, En el verano las borregas Kt tuvieron un mayor ($P < 0.05$) consumo de frutos que las borregas Dp, las cuales en esa época consumieron mayor ($P < 0.05$) proporción de gramíneas. Se observaron diferencias en la composición botánica de la dieta que afectarán la composición nutricional, por lo que se debe estudiar más a fondo esta situación para llegar a recomendaciones fundamentadas sobre el tipo de razas ovinas más adecuadas para utilizarse bajo diferentes tipos vegetativos y climas.

Palabras clave: ovinos, agostadero, dieta, botánica, áridas. Chihuahua

Introducción

La ovinocultura es una actividad que está resurgiendo con gran auge en el norte de México, debido principalmente al aumento en el consumo de carne de cordero y a un mayor precio de venta, así como a la adaptación, rusticidad, y prolificidad que ha demostrado el ganado ovino de pelo. La mayoría de ovinos y caprinos, se crían en condiciones de pastoreo con diferentes grados de intensificación (Berrio, 2008) y (Berroto, 2008) por (Mazorra, 2009). Sowande *et al.*, (2007) y Forbes (1986) determinaron que la calidad de la dieta en agostadero es afectada principalmente por la composición y la forma física de la dieta. En el proceso de selección de la dieta por los pequeños rumiantes existe una estrecha interrelación en la condición fisiológica del animal y las características químicas de la planta (Ralphs y Provenza, 1999). Laraza Kt se originó en el noreste de los E.U.A. y de ahí se ha extendido a diferentes regiones de ese país (Morgan, 2005), especialmente en la costa del Golfo de México, Canadá y a través de todo México. La Dp se desarrolló en Sudáfrica (Schöeman, 2000), bajo condiciones áridas difíciles, y se ha introducido a diferentes países a través del mundo.

De acuerdo con el origen, se ha sugerido (Notter, 2005) que la Kt se pudiera adaptar mejor bajo condiciones húmedas y cálidas, mientras que la Dp se ubicaría mejor bajo agostadero extensivo, en condiciones secas, áridas y semiáridas. Para el norte de México se ha recomendado el uso de un sistema de cruce terminal de tres razas para la producción de cordero Rodríguez-Almeida (2005). En la actualidad, es común el uso de hembras F₁ de Katahdin (Kt) o Dorper (Dp) con Pelibuey (Pb) o Blackbelly (Bb). En un estudio previo (Rodríguez-Almeida *et al*, 2010), se encontró que en su primer y segundo parto, bajo las condiciones semi-extensivas en agostadero del estudio, las borregas F₁Dp tuvieron mejor desempeño reproductivo y productivo que las F₁Kt, debido a un mejor mantenimiento de la condición corporal durante la lactancia, lo cual a su vez, pudo deberse entre otras cosas a la composición nutricional de la dieta seleccionada.

El objetivo del presente estudio fue, optimizar el uso de los recursos forrajeros en agostadero, a través de la determinación de los recursos raciales, más aptos para las zonas áridas del Estado Chihuahua, de acuerdo a sus preferencias de consumo.

Materiales y Métodos

El muestreo de la dieta se llevó a cabo en el rancho “Los Pozos”, ubicado en Ciudad Aldama, Chihuahua, el cual cuenta en su mayoría con un clima seco templado con verano cálido, donde la temperatura media anual es de 15 a 18°C y una precipitación promedio de 250 a 300 mm al año. El estudio se realizó en un potrero característico de la zona con presencia de especies vegetativas deseables como: Zacate Alcalino (*Sporobolus airoides*), Zacate Toboso (*Hilaria mutica*), Navajita Anual (*Bouteloua barbata*), Chamizo (*Atriplex canescens*), Mezquite (*Prosopis juliflora*), Cardenche (*Opuntia imbricata*), Mariola (*Parthenium incanum*) Gobernadora (*Larrea tridentata*), Hojasén (*Flourensiacernua*), Largoncillo (*Acacia constricta*), Cola de Zorra (*Brickellia spinulosa*), entre otros. Se seleccionaron 6 hembras F₁ de la raza Kt y 6 hembras F₁ de la raza Dp, las cuales se sometieron a un entrenamiento previo de 10 días el cual consistió en separarlas en un solo corral sin ningún tipo de suplemento, y sacarlas a pastar al potrero donde se realizaría el estudio, para que se acostumbraran a las condiciones del área y a la presencia del observador, para evitar el sesgo en la información al poder mirar más de cerca la selectividad de la dieta.

Durante el periodo de pastoreo de las borregas (0800-1200 h) se monitoreó la composición de la dieta mediante la técnica de muestreo focal (Altmann, 1974), en un periodo de 3 a 4 hrs diariamente por 3 días durante las 4 estaciones del año (primavera, verano, otoño, invierno). Los muestreos consistían en sacar a pastar las primeras seis borregas de un grupo racial y muestrear de una en una, el número de mordidas durante un minuto que realizaban a los diferentes estratos que eran zacates, hierbas, arbustos, árboles, hojarasca o frutos (vaina del mezquite). Al terminar el minuto se continuó el muestreo con la siguiente borrega, hasta observar la preferencia de especies de las seis ovejas. Posteriormente el proceso se repetía para obtener un muestreo de dos minutos por borrega. El tiempo se monitoreaba con un cronometro deteniéndolo cada vez que los animales dejaban de morder el estrato, y se reiniciaba el conteo al momento que la borrega empezaba a mordisquear de nuevo hasta obtener el minuto de muestreo. Al finalizar el muestreo, los animales se

devolvían al corral y se sacaban las otras seis borregas de la otra raza con el fin de determinar las diferencias en la selectividad de la dieta entre ambas.

Durante las diferentes estaciones de muestreo, y para conocer la composición botánica del área de estudio así como la densidad arbustiva se leyeron 3 transectos de línea de puntos con longitud 15 m y distancia entre puntos de 0.15 m. obteniéndose 3 parcelas circulares de 212.9 m² distribuidos en forma sistemática.

Para el análisis estadístico, las especies pastoreadas se agruparon por estrato y las frecuencias de cada estrato se analizaron con PROC MIXED de SAS (2002), ajustando un modelo con los efectos fijos de raza, mes y su interacción, y los efectos aleatorios de animal dentro de raza y animal dentro de raza por estación.

Resultados y Discusión

La composición botánica de la dieta de las borregas por época y por grupo racial se presentan en la Gráfica 1. Las épocas de muestreo corresponden a las estaciones del año 2011. Un total de seis diferentes estratos estuvieron presentes en la dieta, de los cuales algunos no se presentaron en algunos meses del año, por lo que en esos casos se excluyeron del análisis. En general, se observó ($P < 0.05$) interacción del grupo racial por época, a excepción del estrato frutos (Vaina del Mezquite) que solo apareció en verano y otoño, siendo mayor ($P < 0.05$) su consumo por parte de las borregas Kt. En el verano las borregas Kt tuvieron un mayor ($P < 0.05$) consumo de frutos que las borregas Dp; Gráfica 1d), las borregas Dpen esa época consumieron mayor ($P < 0.05$) proporción de gramíneas (Gráfica 1a). Vallentine (1990) reporta que la proporción de los estratos en la dieta de las borregas que pastorean en los pastizales de Texas, E.U., es de 61% para gramíneas, 17% para hierbas y 22% para arbustos. En el presente estudio, también se contabilizó el número de especies pastoreadas por estrato, pero no se observó una diferencia o tendencia marcada, debido quizás a la poca diversidad vegetativa en el sitio que podría haber sido provocada por la sequía presentada en el año del muestreo.

Conclusiones

Se observaron diferencias importantes en la composición botánica de la dieta, que seguramente también serán importantes en la composición nutricional, por lo que se debe estudiar más a fondo esta situación para poder llegar a recomendaciones fundamentadas sobre el tipo de recursos genéticos ovinos más adecuado para usarse bajo diferentes tipos vegetativos y climas.

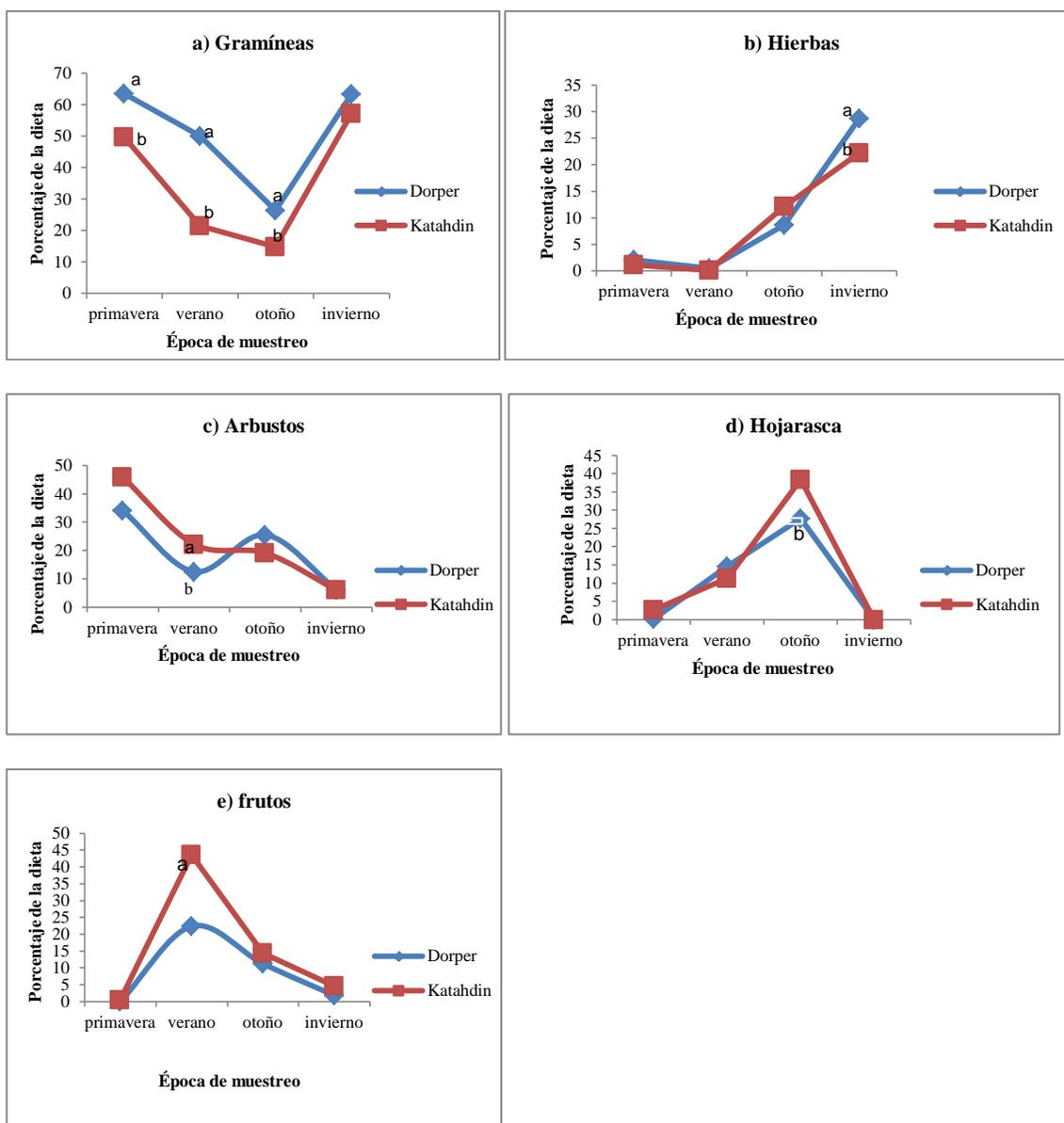


Figura 1. Porcentajes de especies de a) gramíneas, B) hierbas, c) arbustos, d) frutos, y e) hojarasca en la dieta de borregas F₁Dorper (Dp) y Katahdin (Kt) bajo pastoreo en agostadero por época de muestreo en zonas áridas del estado de Chihuahua.

^{ab}Literales diferentes por época de muestreo indican diferencia (P<0.05).entre medias de grupo racial.

Literatura Citada

Altmann J. 1974. Observational study of behavior.Sampling methods, Behaviour, 49:225.
 Chávez, R. M. G., M. Luna, R. Barretero and P. Jurado.1987. Hábitos de comportamiento del ganado caprino en pastoreo en un matorral micrófilo del noroeste de Jalisco. Memorias Reunión Anual de Inv. Pecuaria. pp. 207.
 Forbes, J.M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International. Wallingford. UK. p. 532

2da Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal – 2012
Mesa de Trabajo: Pequeños Rumiantes

- González, M. R., 1985. Consumo Voluntario, Composición Química, Digestibilidad y Valor Energético de la Dieta Seleccionada por Vaquillas en Pastoreo en el Noroeste de Chihuahua. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua, México. pp. 117
- Heady HF, Child DR. 1994. Rangeland ecology and management. Boulder, Colorado, US: Westview Press.
- Leymaster, K. A. 2002. Fundamental Aspects of Crossbreeding of Sheep: Use of Breed Diversity to Improve Efficiency of Meat Production Sheep Goat Res. J. 17:50-59.
- Morgan, J. 2005. Katahdins, a hair sheep developed in North America. En: Memoriadel North America hair sheep Symposium. Texas Cooperative Extension The Texas A & M University System. 6-8 de Octubre, San Angelo, Texas, E.U.A. pp.5
- Mazorra, C, Montes, D, Cubilla, N, Vega, A, 2009. Estrategias para Modificar el Consumo Voluntario y la Selección de Alimentos de los Pequeños Rumiantes en Pastoreo
- Notter, D. R. 2005. In Proceedings of the North American Hair Sheep Symposium. Texas Cooperative Extension, The Texas A&M University System.
- Rodríguez-Almeida, F. A. 2005. In Cría de Ovinos Productores de Carne en el Norte de México. Gutiérrez Alderete, J. L. (Ed.). Tecno Publicaciones, S. de R.L.MI. Chihuahua, México. pp. 113-142.
- Rodríguez-Almeida, F. A, O. G. Núñez, M. Pérez, J. Domínguez, J. A. Grado. 2010. Productive performance of F₁Dorper_vs. Katahdin ewes under semi-extensive conditions of norther Mexico. Proc. 9th.WCGALP.Lepzig, Alemania. pp. 2-131.
- Ralphs, M.H. &Provenza, F.D. 1999. Conditioned food aversions: principles and practices, with special reference to social facilitation. Proc. Nutr. Soc. 58:813
- SAS. 2002. SAS. User's Guide: Statistics. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Schöeman, S. J. 2000. A comparative assessment of Dorper sheep in different production environments and systems.Small Rum. Res. 36:137-146.
- Sowande, O.S, B.A.A. Olayode and L.T. Egbeyaye, 2007, Effect of diet quality on feeding time and performance of west African dwarf sheep.
- Simm, G., Lewis, R. M., Collins, J. E., and Nieuwhof, G. J. 2001. Use of sire referencing schemes to select for improved carcass composition in sheep. J. Anim. Sci. 79(E. Suppl.):E255-E259.



OTRAS ESPECIES



**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TRES GENOTIPOS DE CONEJOS
FINALIZADOS CON TRES MARCAS COMERCIALES DE ALIMENTO.**

**PRODUCTIVE BEHAVIOR OF THREE GENOTYPES OF RABBITS ENDED WITH
THREE BRANDS OF FOOD.**

Jesica L. Aquino¹; Jorge Hernández¹

¹ *Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia–Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.*
j.aquino180@yahoo.com.mx

Resumen

El objetivo de estudio fue determinar el comportamiento productivo de tres genotipos de conejos finalizados con alimento comercial, para ello se estableció un experimento en la granja “La Luna” ubicada en la agencia de Santiago, municipio de San Lorenzo Cacaotepec, ETLA, en la región de Valles Centrales del estado de Oaxaca (17°07' N, 96°39' O, 1500 msnm, precipitación 600 mm, temperatura media anual 22°C). Se utilizó un diseño completamente al azar con 81 animales (35 días de edad y un peso vivo inicial promedio de 0.694 kg). Se establecieron nueve tratamientos con tres repeticiones cada uno, ofreciendo alimento comercial de las tres diferentes marcas a cada genotipo. El experimento duró 75 días, la unidad experimental fue una jaula con tres conejos. Las variables medidas fueron consumo de alimento (CMS), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA). La variable CMS no presentó efecto ($p > 0.05$) por tratamiento, sin embargo se encontró diferencia ($p < 0.05$) por genotipo, Nueva Zelanda presentó el menor promedio. En GDP se encontró efecto ($p < 0.05$) de interacción entre genotipo y tratamiento, en donde la raza California finalizados con los alimentos comerciales Purina y Malta Cleyton, mostraron las mejores GDP. La CA se vio influenciada por el genotipo, mostrando Nueva Zelanda y California los mejores promedios, no se encontró diferencia ($P > 0.05$) entre alimentos comerciales. Resulta indistinto utilizar las marcas de alimento Purina, Malta Cleyton y Pabsa; sin embargo, para obtener GDP mayores es factible utilizar conejos raza California finalizados con alimento comercial Purina y Malta Cleyton.

Palabras clave: conejos, genotipo, alimento comercial.

Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), estima que la producción mundial anual de carne de conejo es de 1.141.000 millones de toneladas métricas. Desde una perspectiva regional los países mediterráneos de Europa producen la mayor cantidad de carne de conejo a nivel mundial representando el 49 %, seguido por Asia con el 41%, África con el 8 % y Sudamérica con el 1.5 % (FAO, 2007). México ocupa el décimo cuarto lugar a nivel mundial como productor de carne de conejo con una producción de 4,200 toneladas, (Rojas y Sosa, 2010).

En la producción cunícola comercial, la alimentación es el componente productivo que más influye en los costos y eficiencia (Mateos *et al.*, 1993). La industria mexicana de alimentos balanceados para animales está conformada por siete empresas que producen y distribuyen en total diez líneas de alimento para engorda de conejo; sin embargo, a pesar de la importancia que

la industria de alimentos para conejo representa para el desarrollo del sector, son escasos los estudios comparativos que proporcionen información oportuna a los cunicultores sobre la calidad de los alimentos balanceados (Becerril- Pérez, 2006).

Las razas más populares para la producción de carne en el país son la California y la Nueva Zelanda clasificadas como de tamaño mediano (Leonart, 1998), a través del uso de cruzamientos se pretende aprovechar la diversidad entre poblaciones seleccionadas y aumentar la eficiencia de la producción de carne debido al efecto de la heterosis y la complementariedad entre razas (Piles *et al.*, 2003) como se ha observado en otras especies; sin embargo, se han encontrado resultados contradictorios (Espinoza *et al.* 1997, Piles *et al.*, 2003 y Ouyed y Brun, 2008).

El objetivo de estudio fue determinar el comportamiento productivo de tres genotipos de conejos finalizados con tres marcas comerciales de alimento.

Materiales y Métodos

Se estableció un experimento en la granja “La Luna” ubicada en la agencia de Santiago, municipio de San Lorenzo Cacaotepec, ETLA, en la región de los Valles Centrales del estado de Oaxaca (17°07' N, 96°39' O, 1500 msnm, precipitación 600 mm, temperatura media anual 22°C). El periodo de estudio fue de 75 días y se utilizaron 81 conejos (Edad: 35 días de edad; peso vivo inicial promedio de 0.694 kg) distribuidos bajo un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 3 (genotipos: Nueva Zelanda, California y su cruce) x 3 (Marca de alimento comercial 1, 2 y 3), formando en total nueve tratamientos con tres repeticiones cada uno, la unidad experimental fue una jaula con tres conejos. El régimen de alimentación fue desarrollado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, marca 1: se ofreció en dos etapas, peri-destete (16.5 % de PC y 18 % de fibra) y finalización (16.6 % de PC y 14.5 % de fibra); marca 2: solo se ofreció un tipo (desarrollo y finalización: 16 % de PC y 16 % de fibra); marca 3: solo se ofreció un tipo (desarrollo de finalización: 18 % de PC y 12.6 de fibra). En todos los tratamientos el consumo de agua fue *ad libitum*. Las variables medidas fueron consumo de alimento (CMS), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA). Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, con la ayuda del programa Statistical Analysis System (SAS, 2003) y para distinguir diferencia entre promedios se utilizó la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

El análisis de varianza detectó un efecto de interacción entre tratamiento y genotipo ($p < 0.05$) en la variable GDP, los animales de raza California finalizados con alimento marcas 1 y 3, mostraron los mejores promedios (cuadro 1); por el contrario, la raza California alimentada con marca 2 mostró el menor promedio. Palma y Hurtado (2009) y Nieves *et al.* (2001) han reportado resultados de GDP similares a los del presente estudio (26.69 y 26.08 g, respectivamente) en la raza California con marca 1 y 3. Suarez *et al.* (2008) encontraron un promedio de GDP de 30 g; sin embargo, en la etapa final de su estudio reportan GDP de hasta 15 g, la superioridad del promedio se puede atribuir a la amplia variedad de alimentos comerciales de los tratamientos del trabajo mencionado.

El genotipo Nueva Zelanda x California obtuvo los menores ($p < 0.05$) promedios de GDP independientemente de la marca de alimento utilizada. Bianospino *et al.* (2005) encontraron que los animales heterocigotos, reflejaron una menor GDP en comparación de los animales de raza

Nueva Zelanda que utilizaron en su estudio. Roca (2008) menciona que las razas que mayor presión genética han sufrido y que más se han mejorado, son las de capa blanca y concretamente las razas Nueva Zelanda Blanco y California, es posible que una alta presión genética disminuya el efecto de heterosis.

Alimento comercial	Genotipos		
	California (g)	Nueva Zelanda (g)	Nueva Zelanda x California (g)
Marca 1	26.56±0.82a	20.75±1.0bc	20.20±1.0bc
Marca 2	25.83±0.82a	20.85±1.0bc	21.10±1.0b
Marca 3	21.10±1.0bc	17.95±1.0b	22.25±1.0b

La raza Nueva Zelanda reflejó un comportamiento menos variable en GDP; observando promedios similares ($p > 0.05$) en las tres marcas de alimento, el comportamiento homogéneo de la raza Nueva Zelanda probablemente se deba a la precocidad característica de la raza.

Cuadro 1. Promedios de ganancia diaria de peso (g) de tres genotipos de conejos, finalizados con tres marcas comerciales de alimento.

^{abc} Letras distintas en hilera muestran diferencia estadística ($p < 0.05$).

El consumo diario de alimento (ms) solo fue afectado por el genotipo ($P < 0.05$; figura 1). La raza Nueva Zelanda, presentó el menor promedio (73.96 ± 2.5 g), mientras el genotipo Nueva Zelanda x California mostró el promedio más alto de consumo (103.4 ± 2.5 g). Suárez *et al.* (2008) y Martínez –Aispuro *et al.* (2000), observaron resultados similares, en donde el genotipo nueva Zelanda x California presentó el mayor consumo; sin embargo, con respecto al genotipo nueva Zelanda los resultados no coinciden. Suárez *et al.* (2008), indica que la raza nueva Zelanda tuvo mayor consumo, inclusive mayor que la raza califonia, no así en el presente estudio, en donde la raza nueva Zelanda presentó el menor promedio de consumo, seguido de la raza California. Lo anterior podría deberse a la diferencia de pesos entre genotipos, ya que califonia mostró una diferencia ($p < 0.05$) mayor de GDP, lo cual demanda una mayor cantidad de energía para mantenimiento y producción.

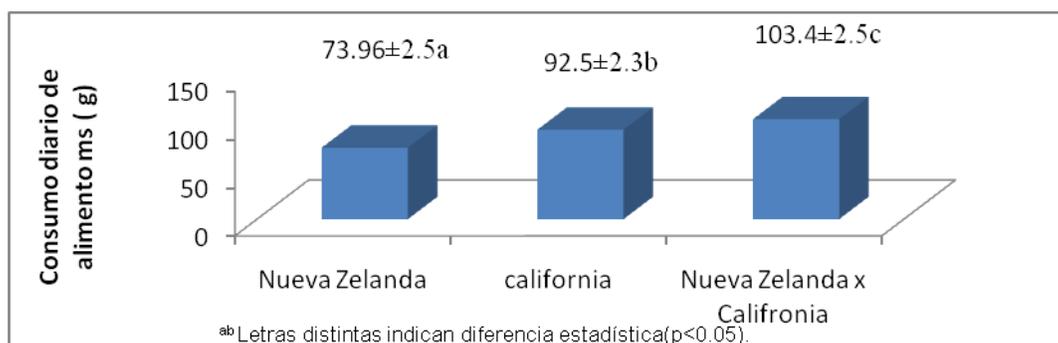


Figura 1. Promedios de consumo diario de alimento (ms) de tres genotipos de conejos para abasto.

En la figura 2 se muestran los promedios de conversión alimenticia de tres genotipos de conejos para abasto. Se observa que el promedio de la conversión fue influenciada por efecto de genotipo ($p < 0.05$), las razas nueva Zelanda y California mostraron los mejores promedios de conversión, comportándose de manera semejante ($p > 0.05$) 3.5 ± 0.15 y 3.65 ± 0.14 , respectivamente. Otros autores (Alvarado *et al.*, 2007) describen CA mayores (4.15) a las encontradas en el presente estudio; esta tendencia se puede atribuir a tres factores que los autores mencionados controlaron, alimentación a base de bagazo de caña de azúcar amonificado, edad al inicio del experimento y poca adaptación al inicio del consumo de la ración. Hernández (2011) reporta CA de 3.4 al utilizar alimento comercial y observó un aumento hasta 4.27 cuando ofreció como alimento morera (*Morus Alba*) y botón de oro (*Tithonia Diversifolia*). Con respecto al genotipo nueva Zelanda x California se observó que obtuvo el promedio más alto ($P < 0.05$) de CA, resultados similares fueron reportados por Piles *et al.* (2003) y Ouyed y Brun (2008b), quienes no encontraron efectos significativos de heterosis en animales de cruce recíproca entre las razas Nueva Zelanda Blanco y California.

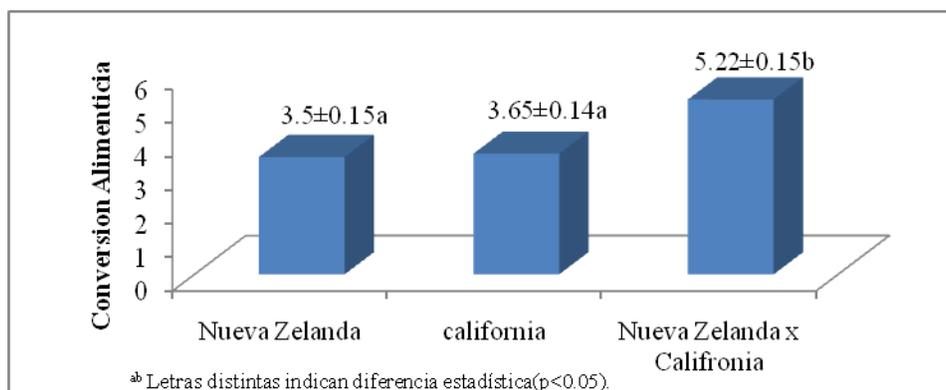


Figura 3. Promedios de conversión alimenticia de tres genotipos de conejos para abasto.

El consumo de alimento y la conversión alimenticia no fueron influenciados ($p > 0.05$) por el factor marca de alimento; observando promedios generales de 89.8 g y 4.1 kg para CMS y CA, respectivamente. Lo anterior difiere con Suárez *et al.* (2008) quienes describen diferencia ($p < 0.05$) de consumo entre marcas de alimento; sin embargo, no es posible hacer una comparación más precisa, debido a que no menciona las marcas comerciales de cada tratamiento.

Conclusión

Bajo las condiciones en que se realizó el estudio se concluye que la raza California solo es capaz de manifestar su potencial genético, en ganancia de peso, si consume alimento de las marcas comerciales 1 y 3, de lo contrario tendrá el mismo comportamiento que la raza Nueva Zelanda y la cruce de California x Nueva Zelanda; en estas últimas, es factible el ofrecimiento de cualquiera de las tres marcas comerciales.

Literatura Citada

- Becerril-Pérez C.M. 2006. A reflection on rabbit production in emergent countries: the case of México. In: Proc. 3rd Rabbit Congr. Amer. 2006 August, Maringa Brazil 16p.
- Bianospino E., Wechsler F.S., Moura A.S.A.M.T., Fernandes S. 2005. Growth traits and dressing percentage of straightbred and crossbred rabbits. *World Rabbit Science* 14, 64-65.
- Espinoza, F. F., Espinoza, V. J., Pró, M. A., Becerril, P.C. y Torres, H. G. 1997. Postweaning performance of two New Zealand White lines and their reciprocal crosses fed a high forage diet. *World Rabbit Science*. 1997. Vol. 5 (4). 149-154.
- Lleonart, F. 1998. Clasificación de las razas cunícolas. La valoración del tronco del conejo. Curso de perfeccionamiento a la cunicultura industrial. Ed. Extrona S. A. España. 227-238.
- Martínez-Aispuro, O., Pro-Martínez, A., Becerril-Perez, C. M., Cuca-García, J. M., García-Mata, R. y Lukefahr, s. d. 2000. High forage diets supplemented with synthetic amino acids on the performance of fattening rabbits. 7th World Rabbit Congress. Valencia, Spain. 4,7 july. Pp. 327-331.
- Mateos, G.G., Grobas, S., Tabeada, E. y Mendez, J. 1993. Valoración de la calidad del pienso en Cunicultura. *Boletín de cunicultura*. No. 68, Julio-Agosto. Pp. 43-46.
- Nieves, D., López, D., Cadena, D. 2001. Alimentación de conejos de engorde con dietas basadas en materias primas no convencionales y suplementación con *Trichanthera gigantea*. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*. Vol. Especial, 60-66.
- Ouyed A. and Brun J.M. 2008. Comparision of growth performances and carcass qualities of crossbred rabbits from four sire lines in Quebec. 9th World Rabbit Congress. June 10-13. Verona, Italy.
- Ouyed A. and Brun J.M. 2008b. Heterosis, direct and maternal additive effects on rabbit growth and carcass characteristics. 9th World Rabbit Congress. June 10-13. Verona, Italy.
- Palma, O.R., Hurtado, E.A. 2010. Comportamiento productivo de conejos durante el periodo de crecimiento- engorde alimentados con frutos de mango (*mangifera indica*) en sustitución parcial del alimento balanceado comercial. *IDESIA*. Vol. 28 No. 1, 33-37.
- Piles, M., Gomez, E. A., Rafael, O., Ramon, J.2003. Parametros de cruzamiento de caracteres productivos en el conejo de carne. *ITEA*. Vol. Extra No. 24. Tomo II, 513-515.
- Roca T. 2008. Razas de Conejos. <http://www.conejos-info.com/articulos/razas-de-conejos>, consultado 2012.
- Suárez, L.J., Becerril, P.C., Pro-Martínez A., Cuca-García J.M., Torres, H.G., Sosa, M. E. 2008. Productive performance of six genotypes of fattening rabbits fed with seven comercial feeds. 9th World Rabbit Congress. June 10-13. Verona, Italy.

EFFECTOS DE INDICADORES DE CONSANGUINIDAD EN LA ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES DE MORFOLOGÍA DEL CABALLO PURA SANGRE LUSITANO EN MÉXICO

EFFECTS OF INDICATORS OF INBREEDING IN THE ESTIMATING OF GENETIC PARAMETERS FOR MORPHOLOGY CHARACTERS IN THE LUSITANO HORSE BREED OF MEXICO

Joel Domínguez-Viveros¹, Felipe A. Rodríguez-Almeida¹, Juan Á. Ortega-Gutiérrez¹ y Everardo González-Rodríguez¹

¹Cuerpo Académico de Reproducción y Mejora Genética. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada km 1; Chihuahua, Chih., México. CP 31453.

Resumen

Los objetivos fueron analizar los efectos de consanguinidad (F) a través de tres indicadores (IDF: F del individuo (IF); coeficiente de relación promedio (CRP); tasa de cambio de F (ΔF)), sobre el rendimiento promedio, la estimación de heredabilidades (h^2) y correlaciones genéticas (r_g), así como en la predicción de valores genéticos (VG), de cinco caracteres de morfología del caballo Lusitano en México (CAMOR: cabeza-cuello (CC), cruz (CR), pecho (PC), dorso (DR) y grupa (GR)). Se analizó una base de datos con 2530 observaciones, y el pedigrí estuvo conformado por 4475 individuos. Se realizaron cuatro análisis univariados (UNV) para cada CAMOR, y cuatro análisis multivariados (MUV); a partir de un análisis sin incluir IDF, más tres incluyendo alternadamente algún IDF como covariables lineal; además, se estimaron las correlaciones de Pearson (COP) y de Spearman (COS) entre VG, obtenidos sin incluir algún IDF, con aquellos que incluyeron algún IDF. Las soluciones de las covariables de IDF fueron estadísticamente igual a cero ($P > 0.05$). Las h^2 dentro UNV fluctuaron de 0.08 a 0.30, con un promedio general de 0.18. En los MUV, las h^2 fluctuaron de 0.11 a 0.35, con un promedio de 0.198. La r_g promedio sin incluir IDF fue de 0.53, en un intervalo de 0.01 a 0.97; además, donde si se incluyó IDF el promedio fue 0.59, con estimaciones superiores a 0.20. Las h^2 de UNV vs MUV sin incluir IDF fueron similares. Para PC y GR las h^2 disminuyeron de UNV a MUV, y dentro de MUV, incluyendo IDF y con mayor efecto la IF; a diferencia de CC, CR y DR que incrementaron con mayor efecto del CRP. Todas las COP y las COS fueron superiores a 0.89. En la estimación de parámetros genéticos para PC y GR se debe considerar la IF, mientras que para CC, CR y DR se debe incluir el CRP.

Palabras clave: caballo pura sangre, consanguinidad, caracteres morfológicos, parámetros genéticos

Introducción

El caballo Pura Sangre Lusitano (PSL) es originario de Portugal. En México, la Asociación Mexicana de Criadores del Caballo Lusitano (AMCCL) se constituyó en 1993 y es la responsable del libro genealógico del PSL en México (SAGARPA, 2009). El proceso de registro del libro genealógico mexicano contempla la información genealógica con pruebas de paternidad, la certificación de la pureza racial en apego al patrón racial, y las valoraciones de caracteres de morfología, realizadas por jueces especializados y certificados. Las valoraciones de caracteres de

morfología (CAMOR) son parte de los criterios de selección y contemplan cinco variables (cabeza – cuello (CC), cruz (CR), pecho (PC), dorso (DR) y grupa (GR)), que en su conjunto definen la funcionalidad y el comportamiento del caballo PSL en los diferentes escenarios en que se desenvuelve. La AMCCL, programó desarrollar evaluaciones genéticas en los CAMOR; sin embargo, en un primer estudio, Domínguez-Viveros *et al.* (2012) analizaron la estructura del pedigrí, así como los niveles y tendencias de la consanguinidad a través del tiempo; y a partir de los resultados obtenidos reportaron que el 20.8% de la población fue consanguínea, con un coeficiente de consanguinidad (F) promedio de 6.6% y un máximo de 31%, con tendencia a mantenerse constante a través del tiempo; además de una tendencia positiva en la proporción de individuos consanguíneos.

Generalmente, la consanguinidad por arriba de ciertos niveles se asocia con efectos negativos e indeseables, debido a que en algunas especies o razas se ha observado una disminución en el rendimiento medio de algunos caracteres (Falconer y Mackay, 1996); o puede afectar de diversas formas la estimación de parámetros genéticos y predicción de valores genéticos en las evaluaciones genéticas (Molina *et al.*, 1999; Ruiz-Flores *et al.*, 2011). En los estudios para evaluar los efectos de consanguinidad, tradicionalmente se analiza la posible depresión endogámica en función de los F cada individuo; sin embargo, algunos autores han propuesto evaluar los efectos de la consanguinidad en función de indicadores, como el coeficiente de relación promedio (CRP; Gutiérrez *et al.*, 2003) y la tasa de cambio de F (ΔF ; Gómez *et al.*, 2009). Con base en lo anterior, los objetivos del presente estudio fueron analizar los efectos de los indicadores de la consanguinidad (IDF) en el rendimiento promedio, así como en la estimación de parámetros genéticos y la predicción de valores genéticos (VG) en CAMOR del caballo Lusitano en México.

Materiales y Métodos

La información analizada correspondió a un total de 2530 observaciones de los cinco CAMOR; el archivo de pedigrí fue conformado por 4475 individuos; en el Cuadro 1 se presentan los estadísticos descriptivos de las variables analizadas. Para la estimación de parámetros genéticos, se realizaron análisis univariados (UNV) para cada CAMOR, y posteriormente se realizó un análisis multivariado (MUV) para los cinco CAMOR. Se utilizó un modelo mixto que incluyó los efectos fijos de año de nacimiento, grupo de valoración, sexo y ganadería de origen como clases, más la covariable lineal de edad del individuo a la valoración. Como efectos aleatorios se incluyeron los efectos genéticos aditivos directos y el error. La estructura del modelo utilizado fue: $y = Xb + Zu + e$; donde: y es el vector de registros para cada variable morfológica; b es el vector de efectos fijos; u es el vector de valores aleatorios genéticos aditivos directos; y, e es el vector de residuales. X y Z son matrices de incidencia que relacionan el vector de registros de comportamiento con los respectivos efectos considerados. Las suposiciones del modelo fueron: $E[y]=X\beta$, $E[u]=0$ y $E[e]=0$. Con el arreglo del análisis multivariado, en total se estimaron cinco heredabilidades (h^2) y diez correlaciones genéticas (r_g).

Para evaluar los efectos de los IDF, se realizaron tres análisis incluyendo alternadamente la F, el CRP y la ΔF , como covariable de primer orden. En total se realizaron cuatro análisis multivariados; así como cuatro análisis univariados por cada CAMOR. Los coeficientes de regresión lineal, de las covariables analizadas como IDF, se obtuvieron con los MUV. Los análisis se realizaron con el programa MTDFREML (Boldman *et al.*, 1995). El CRP de cada

individuo se define como el porcentaje de representación genética de cada animal en el conjunto de la población, y es el promedio de los coeficientes en el renglón correspondiente de la matriz A; su importancia como indicador de la consanguinidad está en función de que considera todas las relaciones genéticas aditivas, de un individuo con el resto del pedigrí (Gutiérrez *et al.*, 2003), dado que la F se presenta en un animal cuando sus progenitores están relacionados genéticamente a través de uno o más ancestros. Por otro lado, la ΔF es un indicador de la F, ajustado por la cantidad de información genealógica presente en el pedigrí; el cálculo de la ΔF para cada individuo fue $\Delta F = 1 - (1 - F)^{1/n}$ donde, F es la consanguinidad del individuo y n es el número de generaciones completas del individuo en el pedigrí (González-Recio *et al.*, 2007; Gutiérrez *et al.*, 2008). La importancia de la ΔF como indicador de F, está en función de que dos individuos pueden tener el mismo nivel de F, pero derivan de diferente número de generaciones y pueden expresar diferente depresión endogámica. Para el cálculo del CRP y la ΔF de cada individuo se utilizó el software ENDOG (Gutiérrez y Goyache 2005). Finalmente, se estimaron las correlaciones de Pearson y de Spearman, entre los VG producto del MUV sin incluir algún IDF, con respecto a los obtenidos de los MUV incluyendo alternadamente algún IDF.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de la estimación de parámetros genéticos y soluciones de las covariables utilizadas para evaluar los efectos de consanguinidad. En general, las tendencias en las soluciones de las covariables fueron positivas, con las excepciones del CRP en CR y la ΔF en PC; sin embargo, todas las soluciones de las covariables no fueron estadísticamente diferentes de cero ($P > 0.05$). Estos resultados difieren a los reportados por Gómez *et al.* (2009) al analizar los efectos de las covariables F y ΔF en modelos multivariados con caracteres de morfología en el caballo de pura raza española, dado que reportaron estimaciones negativas en las citadas covariables. Efectos negativos o positivos de la consanguinidad sobre el comportamiento promedio de diversas variables de interés en equinos fueron discutidos por Thiruvankadan *et al.* (2009). Las estimaciones de h^2 dentro de UNV (Cuadro 2) fluctuaron de 0.08 a 0.30, con un promedio general de 0.18; los máximos cambios observados, en los análisis donde se incluyó los IDF, fueron de 0.01. En los MUV (Cuadro 2), las estimaciones de h^2 oscilaron de 0.11 a 0.35, con un promedio general de 0.198; con relación a las r_g , en el análisis donde no se incluyó algún IDF, el promedio fue de 0.53 con estimaciones en un intervalo de 0.01 a 0.97; a diferencia de los resultados donde si se incluyó algún IDF, el promedio fue 0.59, con estimaciones superiores a 0.20, y solo una estimación fue de 0.16 (CC con GR en el MUV con CRP). Los principales cambios en las r_g se observaron en las variables CC con CR, con una estimación cercana a cero (0.01) en el MUV donde no se incluyó algún IDF, la cual se incrementó a valores de 0.31 en el MUV incluyendo IDF; un comportamiento diferente se observó en la r_g de PC con DR, con estimación de 0.58 sin considerar IDF, se redujo a estimaciones de 0.52 en el MUV con IDF; se observaron otros cambios en las estimaciones de r_g que no presentaron un tendencia clara. Las estimaciones de h^2 , de los UNV vs el MUV sin incluir algún IDF fueron similares; sin embargo, los cambios en las estimaciones h^2 de UNV vs MUV, considerando algún IDF fueron diferentes a través de las variables analizadas. Para PC y GR, las estimaciones de h^2 disminuyeron en 0.03 unidades de los UNV a los MUV incluyendo algún IDF; a diferencia de las variables CC, CR y DR, que presentaron incrementos hasta de 0.06 unidades en las estimaciones de h^2 en los MUV vs UNV (Cuadro 2). Dentro de los MUV las estimaciones de h^2 y r_g fueron diferentes a través de características, y a su vez, esas diferencias cambiaron a través de los análisis realizados. Para CC, CR y DR las estimaciones de h^2 se

incrementaron hasta 0.05 unidades a partir de incluir algún IDF; sin embargo, para PC y GR las estimaciones de h^2 disminuyeron en promedio 0.03 en los análisis donde se incluyó algún IDF. En general, para PC y GR se observó una disminución en la estimación de h^2 al incluir algún IDF, siendo el de mayor efecto la F; por otro lado, en CC, CR y DR se incrementó la estimación de h^2 al incluir los IDF, siendo el de mayor efecto el CRP. Estos resultados indican que no considerar los efectos de F en PC y GR se está sobre estimando la varianza genética aditiva; no obstante, el CRP considera todas las relaciones genéticas aditivas de un individuo con el resto de la población, no incluirlo subestima la varianza genética aditiva en CC, CR y DR. Estos resultados difieren a los reportados por Gómez *et al.* (2009). Estos autores incluyeron las covariables F y ΔF en modelos multivariados para ocho características en caballos españoles y los cambios en las estimaciones de parámetros genéticos no fueron superiores a 0.01.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de la información morfológica analizada

Variable	n	$\bar{y} \pm \sigma$	mínimo	máximo
Cabeza	506	7.23±0.69	6.0	9.0
Cruz	506	7.34±0.63	5.0	8.0
Pecho	506	7.22±0.68	5.0	9.0
Dorso	506	10.04±1.08	6.0	12.0
Grupa	506	7.22±0.62	4.0	8.0

n = número de observaciones; \bar{y} = valor promedio; σ = desviación estándar.

Cuadro 2. Resultados de la estimación de parámetros genéticos y solución de las covariables analizadas como indicadores de consanguinidad

Ítem [§]	Análisis Univariados ^b	Análisis Multivariados [¶]					Solución de covariables [†]
		CC	CR	PC	DR	GR	
Análisis sin incluir algún indicador de la consanguinidad							
CC	0.30	0.31					---
CR	0.13	0.01	0.14				---
PC	0.24	0.25	0.83	0.24			---
DR	0.08	0.47	0.52	0.58	0.11		---
GR	0.16	0.11	0.88	0.97	0.68	0.16	---
Análisis incluyendo la consanguinidad del individuo							
CC	0.29	0.33					0.005 ± 0.006 ns
CR	0.13	0.21	0.19				0.007 ± 0.006 ns
PC	0.23	0.36	0.80	0.20			0.000 ± 0.006 ns
DR	0.09	0.56	0.62	0.52	0.13		0.011 ± 0.011 ns
GR	0.15	0.25	0.89	0.94	0.68	0.13	0.003 ± 0.006 ns
Análisis incluyendo el coeficiente de relación promedio							
CC	0.30	0.37					0.041 ± 0.081 ns
CR	0.14	0.31	0.16				-0.019 ± 0.044 ns
PC	0.24	0.24	0.91	0.21			0.039 ± 0.050 ns
DR	0.09	0.55	0.66	0.52	0.15		0.031 ± 0.080 ns
GR	0.12	0.16	0.95	0.96	0.65	0.13	0.058 ± 0.044 ns
Análisis incluyendo la tasa de cambio de la consanguinidad							
CC	0.29	0.35					1.262 ± 1.55 ns
CR	0.13	0.31	0.18				1.178 ± 1.37 ns
PC	0.24	0.36	0.80	0.21			-0.289 ± 1.46 ns
DR	0.09	0.58	0.68	0.52	0.14		1.691 ± 2.51 ns
GR	0.15	0.27	0.89	0.96	0.67	0.13	0.858 ± 1.41 ns

[§]Variables analizadas: CC = cabeza cuello; CR = cruz; PC = pecho; DR = dorso; GR = grupa.

^bHeredabilidades resultado de los análisis univariados. [¶]Sobre la diagonal se presentan las heredabilidades y bajo la diagonal se presentan las correlaciones genéticas. [†]Solución de covariables: valor de la pendiente ± error estándar; ns = no significativa (P>0.05).

Las correlaciones de Pearson entre VG fueron igual o superior a 0.92; de la misma forma, las correlaciones de Spearman fueron iguales o superiores a 0.92, con la excepción de las estimaciones de 0.89 en CR al incluir el CRP y la ΔF , y DR al incluir el CRP; estos resultados señalan que en las variables CR y DR hay cierta diferenciación en los rangos de los VG con el MUV sin incluir IDF, con respecto a los VG obtenidos cuando se incluyó el CRP o ΔF . Estos resultados se pueden asociar a lo señalado en el Cuadro 2, donde el CRP incrementó las estimaciones de h^2 en CR y DR, y los cambios en la estimación de h^2 están asociados a cambios en el rango de los valores genéticos.

Conclusiones

La consanguinidad a través de los indicadores evaluados no afectó el rendimiento promedio de las variables analizadas. En los modelos de evaluaciones genéticas para las variables pecho y grupa se debe de incluir la covariable de consanguinidad del individuo; del mismo modo, para las variables cabeza – cuello, cruz y dorso se debe de incluir el coeficiente de relación promedio como covariable.

Literatura Citada

- Boldman, K. G., L. A. Kriese, L. D. Van Vleck, C. P. Van Tassell, and S. D. Kachman. 1995. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (Draft). USDA, ARS. 114 p.
- Domínguez-Viveros, J., F.A. Rodríguez-Almeida, J.A. Ortega-Gutiérrez y E. Santellano-Estrada. 2012. Descripción de la consanguinidad en la cría de caballos en México. *Mundo Equino*. 55: 36 – 39.
- Falconer, D.S. y T.F.C Mackay. 1996. Introducción a la genética cuantitativa. 4ª Ed. Longman Pub. London, UK. 474 pp.
- Gómez, M.D., M. Valera, A. Molina, J.P. Gutiérrez, F. Goyache. 2009. Assessment of inbreeding depression for body measurements in Spanish Purebred (Andalusian) horses. *Livest. Sci*. 122: 149 – 155.
- González-Recio, O., E. López de Maturana, J.P. Gutiérrez. 2007. Inbreeding depression on female fertility and calving ease in Spanish dairy cattle. *J. Dairy Sci*. 90: 5744 – 5752.
- Gutiérrez, J.P., J. Altarriba, C. Díaz, R. Quintanilla, J. Cañón, J Piedrafita. 2003. Pedigree analysis of eight Spanish beef cattle breeds. *Genet. Sel. Evol*. 35: 43 – 63.
- Gutiérrez, J.P. and F. Goyache. 2005. A note on ENDOG: a computer program for analysis pedigree information. *J. Anim. Breed. Genet*. 122: 172 – 176.
- Gutiérrez, J.P., I. Cervantes, A. Molina, M. Valera, F. Goyache. 2008. Individual increase in inbreeding allows estimating realised effective sizes from pedigrees. *Genet. Sel. Evol*. 40: 359 – 378.
- Molina, A., M. Valera, R. Dos Santos, A. Rodero. 1999. Genetic parameters of morphofunctional traits in Andalusian horse. *Livest. Prod. Sci*. 60: 295–303.
- Ruiz-Flores, A., C.A. García-Munguía, R. Núñez-Domínguez, R. Ramírez-Valverde, R. López-Ordaz, J.G. García-Muñiz. 2011. Inclusión del coeficiente de consanguinidad en los modelos de evaluación genética de bovinos Jersey y Suizo Americano en México. *Rev. Mex. Cienc. Pec*. 2:381-391
- SAGARPA. 2009. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Reglamento técnico de la Asociación Mexicana de Criadores de Caballos Lusitanos. México D.F. 35 pp.
- Thiruvankadan, A.K., N. Kandasamy, S. Panneerselvam. 2009. Inheritance of racing performance of trotter horses: An overview. *Livest. Sci*. 124: 163 – 181.

**CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y DE LA CAMADA EN CONEJAS NUEVA
ZELANDA BLANCO SUPLEMENTADAS CON ACEITE DE PESCADO**
**REPRODUCTIVE TRAITS AND LITTER IN NEW ZEALAND WHITE RABBITS
FEMALES SUPPLEMENTED WITH FISH OIL**

Erick J. Calderón¹, Francisco de la Peña¹, José L. Espinoza^{1*}, Alejandro Palacios¹, Ricardo Ortega¹, Ariel Guillén¹ y Fernando Rivera²

¹*Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur, km. 5.5, CP 23080. La Paz, B.C.S.*

Email: jlvilla@uabcs.mx

²*Instituto Tecnológico de Sonora*

Resumen

El objetivo fue conocer algunos efectos del aceite de pescado en la dieta de conejas Nueva Zelanda Blanco sobre características reproductivas y desarrollo de la camada. En el tratamiento 1 (T1; n=12) las conejas se alimentaron con una dieta basal suplementada con 180 mg de aceite de pescado. En el tratamiento 2 (T2; n=12) se alimentaron únicamente con la dieta basal. Los tratamientos se aplicaron desde 15 días previos a la monta hasta el destete (35 días). Los gazapos nacidos (6.4 ± 0.5 y 6.2 ± 0.6); nacidos vivos (76.5 y 72.1%); vivos a los 21 días (5.1 ± 0.6 y 5.0 ± 0.7); mortalidad hasta los 21 días (14.8 y 17.5%); tamaño de la camada al destete (4.5 ± 0.5 y 5.0 ± 0.7); y mortalidad al destete (16.7 y 17.9%) resultaron similares entre T1 y T2 ($P > 0.05$). El peso de los gazapos a 21 días (343 ± 0.01 y 338 ± 0.01 g) y al destete (782 ± 0.02 y 802 ± 0.02 g) en T1 y T2 mostró diferencias no significativas ($P > 0.05$). La condición corporal (CC) fue similar entre tratamientos desde la monta hasta los 21 días posparto. Al destete, la CC en T1 (4.75 ± 0.1) fue menor ($P < 0.05$) que en T2 (5.58 ± 0.2). El cambio en la CC entre la monta y el destete fue mayor ($P < 0.05$) en T1 (-1.5 ± 0.3) que el T2 (-0.64 ± 0.2). En la concentración utilizada, el aceite de pescado no afectó las características de la camada pero incrementó la pérdida de CC de las madres al final de la lactancia.

Palabras clave: conejos, reproducción, camada, aceite de pescado, ácidos grasos, omega-3.

Abstract

The objective was to know some effects of fish oil in the diet of rabbits females New Zealand White on reproductive characteristics and development of the litter. In treatment 1 (T1; n = 12) the rabbits females were fed basal diet supplemented with 180 mg of fish oil. In treatment 2 (T2; n = 12) they only fed basal diet. The treatments were applied 15 days prior to the mating through weaning (35 days). Born kits (6.4 ± 0.5 and 6.2 ± 0.6); live births (76.5 and 72.1); live at 21 days (5.1 ± 0.6 to 5.0 ± 0.7); mortality until 21 days (14.8 and 17.5); litter at weaning size (4.5 ± 0.5 and 5.0 ± 0.7); and mortality at weaning (16.7 and 17.9) were similar between T1 and T2 ($P > 0.05$). The weight of the kits to 21 days (343 ± 0.01 and 338 ± 0.01 g) and weaning (782 ± 0.02 and 802 ± 0.02 g) in T1 and T2 showed no significant differences ($P > 0.05$). Body condition score (BCS) of rabbit females was similar between treatments from mating until 21 days post-partum. At weaning, the BCS in T1 (4.75 ± 0.1) was lower ($P < 0.05$) that T2 (5.58 ± 0.2). The change in the BCS between the mating and weaning was higher ($P < 0.05$) in T1 ($- 1.5 \pm 0.3$) than

T2 (- 0.64 ± 0.2). In the used concentration, fish oil did not affect the characteristics of the litter but increased the loss of BCS at the end of lactation in mothers.

Keywords: rabbit, reproduction, litter, fish oil, fatty acids, omega-3.

Introducción

La nutrición tiene efectos importantes en la eficiencia reproductiva de algunas especies de importancia zootécnica (Espinoza-Villavicencio *et al.*, 2010). En algunas especies, los ácidos grasos poliinsaturados de la dieta son mediadores de una serie de funciones en varios tejidos reproductivos (Wathes *et al.*, 2007).

Los ácidos grasos omega-3 de origen marino pueden tener algunos efectos biológicos en el metabolismo general; algunas respuestas asociadas a esto son el aumento de producción de leche (calidad y cantidad) y en neonatos, la mejora de la visión, efectos metabólicos relacionados con la vitalidad y el sistema nervioso central (Lleonart, 2005). Esos aspectos han sido poco estudiados en conejos. Sin embargo, existen trabajos que reportan un mejor comportamiento reproductivo en otras especies alimentadas con dietas complementadas con lípidos. Por ejemplo, una revisión sobre los efectos del consumo adicional de lípidos en vacas lecheras muestra que en la mayoría de los estudios se mejoraron variables asociadas a la fertilidad (Staples *et al.*, 1998).

Burr y Burr (1930) demostraron que las ratas en crecimiento alimentadas con dietas bajas en lípidos experimentaban irregularidades en su ovulación, fenómeno que se pudo revertir después de complementar su alimentación con fuentes de lípidos ricas en ácidos grasos poliinsaturados como el ácido linoleico (C18:2, *n*-6) y el ácido α -linolénico (C18:3, *n*-3). Debido a que algunos ácidos grasos son esenciales para los mamíferos y al papel que algunos de éstos juegan sobre los procesos reproductivos, es posible que la reproducción en conejas sea influenciada más por el tipo de lípidos consumidos que por el consumo total de grasa. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la prolificidad y el desarrollo de la camada en conejas Nueva Zelanda Blanco suplementadas con aceite de pescado como fuente rica en ácidos grasos omega-3.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en la unidad cunícola de la Universidad Autónoma de Baja California Sur ubicada en las coordenadas geográficas 26° 06' 01" N y 110° 0' 0" O a 33 msnm. El clima predominante, de acuerdo con la clasificación de Köppen es BW (H) HW (X), siendo muy seco y cálido con lluvias en verano, invierno y escasas todo el año. La precipitación y temperatura media son de 195.4 mm 28.7°C, respectivamente (DGTENAL, 1980).

Se utilizaron 24 conejas Nueva Zelanda Blanco adultas, con un peso aproximado de 4 kg. Se distribuyeron de manera aleatoria y se crearon dos grupos de 12 animales cada uno. En el Tratamiento 1, las conejas se alimentaron a libre demanda con un concentrado comercial de acuerdo a sus requerimientos de gestación y lactancia. La dieta fue complementada con 180 mg/día de ácidos grasos poliinsaturados de origen marino derivados de un producto comercial (Prime fitness®). En el Tratamiento 2 las conejas se alimentaron con la misma dieta basal, sin la inclusión del aceite de pescado. Los tratamientos se aplicaron a partir de los 15 días previos de la primera monta de la temporada de cría en noviembre de 2011, hasta el destete de los gazapos, a los 35 días de edad. Todos los animales estuvieron bajo un sistema de manejo típico de bandas de producción con un ciclo de 42 días. Este tiempo corresponde a los 31 días de gestación y 11 días no productivos (puerperio).

Las conejas fueron colocadas en jaulas individuales tipo Extrona y se aparearon con machos de la

misma raza. A todas se les midió la condición corporal inicial (CC0), a los 11 días posparto (CC11), a los 21 días posparto (CC21) y al destete (CC35). Para tal fin se utilizó una escala visual del 1 al 9 donde 1 representa una hembra caquéxica, 5 una hembra óptima y 9 una hembra engrasada (Andraka, 2011). Se registró el número de gazapos nacidos vivos y muertos, así como el total de gazapos por camada. Los gazapos se pesaron a los 21 días de edad utilizando una báscula digital electrónica marca Torrey L-EQ clase III.

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar con el procedimiento GLM de SAS y las medias fueron comparadas utilizando la prueba de Tukey para las variables de importancia reproductiva como tamaño y peso de la camada en las distintas etapas. Para las variables de mortalidad a 21 días y al destete se realizó la transformación a arcoseno y para el análisis de la condición corporal se utilizó un modelo con mediciones repetidas en el tiempo (SAS, 1989).

Resultados y Discusión

No se observaron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$) para el tamaño de la camada al nacimiento, porcentaje de gazapos nacidos vivos, tamaño de la camada a los 21 días, porcentaje de mortalidad hasta los 21 días, tamaño de la camada al destete, porcentaje de mortalidad al destete, peso de los gazapos a los 21 días y al destete (Cuadro 1). Estos resultados contrastan con lo reportado por Leonart (2005) en conejas híbridas alimentadas con 40 mg/kg de peso vivo de aceite de salmón más vitamina E, observó un efecto positivo en el promedio de gazapos nacidos vivos y en el tamaño de la camada, además reporta una tendencia a disminuir la mortalidad en la etapa de lactancia. Yeh *et al.* (1990), refiere ganancias de 5 a 10% de peso al destete en crías de ratas suplementadas con aceite de pescado. Al igual que en el presente estudio, en otras especies como la porcina, Fritsche *et al.* (1993), tampoco encontró diferencias significativas en el porcentaje de lechones nacidos vivos y en el peso al destete de los lechones de hembras suplementadas con aceite de pescado.

Cuadro 1. Características de la camada y mortalidad de gazapos hasta el destete (35 días) en conejas Nueva Zelanda Blanco suplementadas o no con aceite de pescado

Variable	T1	T2
Partos	19	20
Tamaño de la camada al nacimiento	6.42 ± 0.51	6.20 ± 0.66
Gazapos nacidos vivos (%)	76.5 ± 5.7	72.1 ± 6.4
Tamaño de camada a los 21 días de edad	5.11 ± 0.61	5.06 ± 0.76
Mortalidad a los 21 días de edad (%)	14.89 ± 1.38	17.52 ± 2.70
Tamaño de la camada al destete (35 días)	4.53 ± 0.57	5.0 ± 0.75
Mortalidad al destete (%)	16.75 ± 1.63	17.90 ± 2.69
Peso de los gazapos a los 21 días de edad (kg)	0.343 ± 0.012	0.338 ± 0.010
Peso de los gazapos al destete (kg)	0.782 ± 0.026	0.802 ± 0.020

T1= Dieta basal + 180 mg de aceite de pescado/día.

T2= Dieta basal.

$P > 0.05$

En la Figura 1 se muestra el cambio de la condición corporal de las conejas durante la lactancia. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en los periodos CC0, CC11, y CC21. Sin embargo, sí se observó diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$) en la condición corporal a 35 días posparto (CC35), resultando mayor en el grupo testigo. El cambio en la CC de las conejas entre el inicio del periodo de suplementación y el destete de las crías (CC0 - CC35) fue menor

($P < 0.05$) en las hembras que recibieron solo la dieta basal (-0.64 ± 0.2 y -1.5 ± 0.3 en T1 y T2, respectivamente). Al respecto, se ha señalado que la adición de grasa en la dieta de las conejas mejora el peso y el tamaño de la camada por un aumento en la producción de leche y a modificaciones en la composición de la misma, pero también se asocia con una mayor movilización de reservas corporales de la madre (Pascual, 2001).

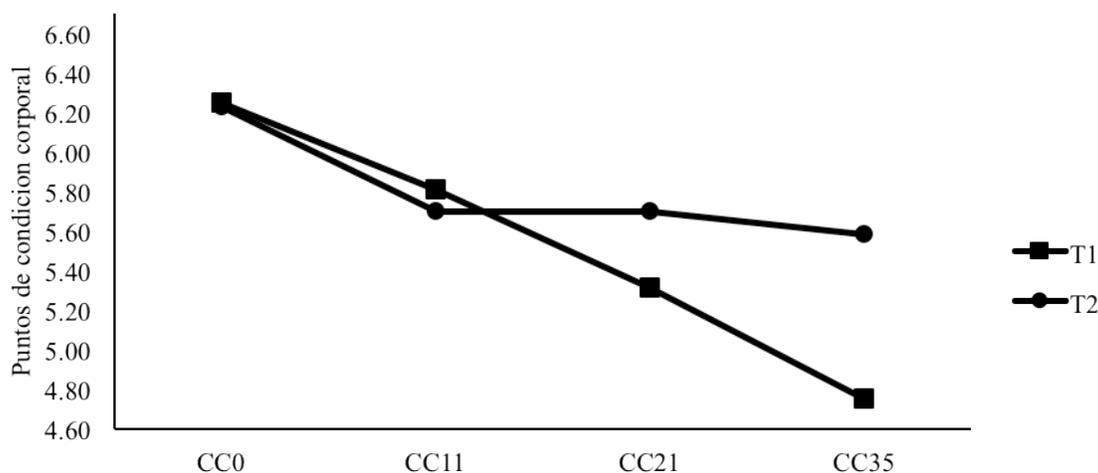


Figura 1. Condición corporal de las conejas antes de la monta (CC0), a los 11 (CC11), 21 (CC21) y 35 (CC35) días posparto (destete) cuando fueron suplementadas (T1) o no (T2) con aceite de pescado.

Conclusiones

Se concluye que en la concentración utilizada, el aceite de pescado no afecta las características de la camada e incrementa la pérdida de condición corporal de las conejas al final de la lactancia.

Literatura Citada

- Andraka, C. 2011. Aumento de la rentabilidad desde la maternidad: Cómo lograr alcanzar los mejores parámetros. Conejo internacional 53: 2-3.
- Burr, G.O. and M.M. Burr. 1930. The nature and role of the fatty acids essential in nutrition. *J. Biol. Chem.* 86: 587-621.
- Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (DGTENAL). 1980. Carta topográfica. La Paz, Baja California Sur. G12D83. SPP. México.
- Espinoza-Villavicencio, J.L., R. Ortega-Pérez, A. Palacios-Espinosa y A. Guillén-Trujillo. 2010. Efecto de la suplementación de grasas sobre características productivas, tasas de preñez y algunos metabolitos de los lípidos en vacas para carne en pastoreo. *Arch. Med. Vet.* 42: 25-32.
- Fritsche, K.L., S.C. Huang and N.A. Cassity. 1993. Enrichment of omega-3 fatty acids in suckling pigs by maternal dietary fish oil supplementation. *J. Anim. Sci.* 71: 1841-1847.
- Lleonart, F. 2005. Conejas reproductoras: resultados con Optomega-50. Boletín de cunicultura. Mar-Abr. 138: 44-48. http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Cuni%2FCuni_2005_138_44_48.pdf Accedido el 3/03/11.
- Pascual, J.J., F. Quevedo, J. Fernández y C. Cervera. 2001. Utilización de piensos energéticos en conejas primíparas: II.- condición corporal. XXVI Simposium de cunicultura de ASESCU. Aveiro, España: Asociación Española de Cunicultura: 125-135.

2da Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal - 2012
Mesa de Trabajo: Otras Especies

- SAS. 1989. SAS/STAT[®] User's Guide (Release 6.04). SAS Inst. Inc., Cary, NC
- Staples, C.R., J.M. Burke and W.W. Thatcher. 1998. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81: 856-871.
- Wathes, D.C., D.R. Abayasekara and R.J. Aitken. 2007. Polyunsaturated fatty acids in male and female reproduction. *Biol. Reprod.* 77: 190-201.
- Yeh, Y.Y., B.L. Winters, and S.M. Yeh. 1990. Enrichment of (n-3) fatty acids of suckling rats by maternal dietary menhaden oil. *J. Nutr.* 120:436.

**EL MINK “MUSTELA VISON AMERICANO” UNA NUEVA ALTERNATIVA
PARA LA PRODUCCION ANIMAL EN EL NORTE DE MEXICO**

**THE MINK "AMERICAN MUSTELA VISON" A NEW ALTERNATIVE FOR
ANIMAL PRODUCTION IN NORTHERN OF MEXICO**

J.R. Espinoza Prieto¹, L Moyle Bomouse², H Aranda Gutiérrez¹, R.M. Quintana Martínez¹.

¹ Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Perif.Fco.R.
Almada km.1 Chihuahua, Chih. Mex.

² Criador y propietario de la Granja los Minks, Col. Álvaro Obregón, Chih. México
Email: jespinoza@uach.mx (1)

Resumen

El objetivo de este reciente trabajo de investigación es presentar los parámetros productivos de una especie menor el Mink “Mustela Visón americano” poco conocida en México, pero de gran importancia para la producción de pieles en Europa, Canadá, China y Estados Unidos. Desde 1991 en una granja ubicada en Álvaro Obregón, Chihuahua; que cuenta actualmente con más de 14,000 ejemplares, generaran ventas por unidad arriba de los \$ 90.00 dólares. Donde se tiene la experiencia desde 1938 en Idaho, E.U. A. con la producción de 40 mil pieles anuales de esta pequeña especie que pudiera ser una nueva opción en la producción animal en climas fríos de nuestro país.

El Mink presenta estacionalmente únicamente un parto en el año, al inicio de la primavera con un promedio de 5.75 crías por hembra, a los 60 días se destetan y son criados para cosecharse en el mes de diciembre para el aprovechamiento de sus pieles. Durante todo su ciclo productivo se tiene un 90 % de eficiencia, es decir el 97 % de las hembras aceptan el macho, un 92 % quedan preñadas y el 8% % de las hembras destetan a sus crías. Entre los últimos meses del año se seleccionan los reemplazos para pie de cría; principalmente por su habilidad materna, calidad de su piel, tamaño, temperamento, número de crías nacidas y logradas etc. Entre los principales retos para la producción de Mink está su temperamento no domesticable, como una conversión alimenticia de 35 a 1. En 1998 el Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal asigna el status de de animal para fines zootécnicos bajo un estricto control de la especie.

Actualmente es la única granja en su tipo en el país, para la producción de pieles de Mink principalmente para la exportación, teniendo como principales mercados Canadá y Rusia. Se debe de considerar que su manejo como actividad pecuaria influye en la disminución del uso de especies nativas para la comercialización de pieles y así proteger la biodiversidad de la región.

Abstract

The aim of this recent research is to present the performance parameters of a minor species the Mink "American Mustela visón" little known in Mexico, but of great importance for fur production in Europe, Canada, China and the U.S. From 1991 on a farm located in Alvaro Obregon, Chihuahua, which currently has more than 14,000 animals, generate unit sales

above the \$ 90.00. Where has the experience since 1938 in Idaho, United States A. with the production of 40 thousand skins a year of this small species that could be a new option in animal production in cold climates of our country. The seasonally Mink has only a birth in the year at the beginning of spring with an average of 5.75 young per female at 60 days are weaned and are raised to be harvested in December to use their skins. Throughout their production cycle has a 90% efficiency, 97% of females accepted the male, 92% become pregnant and 8%% of the females weaned their young. During the last months of the year are selected for breeding herd replacements, primarily for his breast, skin quality, size, temperament, number of pups born and achieved so on. Among the main challenges for the production of Mink is not tame his temperament as a feed conversion of 35 to 1. In 1998 the National Technical Advisory Council for Animal Health assigned the status of animal husbandry purposes under strict control of the species. Currently the only farm of its kind in the country, for the production of Mink pelts mostly for export, with the main markets Canada and Russia. They should consider their management as livestock influences the decrease in the use of native species for the fur trade and protect biodiversity of the region.

Introducción

En 1938 la familia Moyle inició el manejo e investigación para la producción de piel de Mink en Idaho en E.U.A., donde actualmente cuentan con más de 100 mil ejemplares de la mejor calidad genética.

En 1959 intentan establecer la primera Granja de producción de Mink en Durango, pero los resultados no son las aceptables; la temperatura y las horas luz afectan en los aspectos reproductivos de la especie, donde únicamente el 30 % de las hembras quedan preñadas y dan cría.

En 1991 se estableció la granja los Minks ubicada en la colonia Álvaro Obregón en Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, siendo la única empresa que actualmente se dedica a la producción de piel del “Mustela Visón” en México.

En 1998 se importaron 1,200 animales como pie de cría de la granja de Idaho.

Actualmente cuenta con más de 14 000 ejemplares de esta interesante especie animal desconocida para la mayoría de los técnicos y profesionistas que se dedican a la producción animal de especies menores de nuestro país.

En sus inicios empiezan haciendo las pruebas únicamente con 10 hembras para ver si se pueden adaptar a las condiciones de la región serrana de Cuauhtémoc; para 1992 están produciendo pieles con la misma calidad como las que se obtienen en E.U.A. Y así inicia esta nueva actividad de producción animal en el norte de México. Fue todo un reto el poder realizar los trámites necesarios ante la SAGARPA para que esta especie animal fuera considerada de interés zootécnico y no como fauna silvestre; los trámites para la importación, la adaptación, la selección, les llevo bastante tiempo para poderse establecer exitosamente en Chihuahua.

La inquietud de la familia de empresarios Moyle, es que otros productores de la región serrana se interesen en esta nueva opción de actividad pecuaria.

En el año 2007 por parte de la SAGARPA se emite un pequeño boletín para hacer de conocimiento a los productores la región la alternativa de la producción de Mink para el

Estado, ofreciendo asesoría por parte del Sr. Moyle, venta de pie de cría, alimento y comercialización; sin obtener resultados favorables.

Para el año 2011 se contaba con una población de 6 500 animales; para inicios de este año 2012, se importaron 1, 200 hembras preñadas para incrementar la población y producción; como para introducir nueva sangre materna.

Las pieles tienen un valor promedio de \$ 80.00 a \$ 95.00 USD, donde los principales mercados son Canadá, Europa y China. Este último año, la venta se llevo a cabo en el mercado de pieles de Toronto.

Para confeccionar un abrigo completo, se necesita 16 a 23 piezas de piel de Mink macho, o bien por el tamaño más pequeño de la hembra se utilizan 28 a 32 piezas. Presenta como inconveniente esta actividad de que únicamente se obtiene un ingreso al año.

Resultados y Discusión

A continuación se describe los parámetros productivos del *Mustela visón* en cautiverio, manejado como explotación para la producción de pieles en la zona serrana de Chihuahua, durante el ciclo productivo del 2011 y parte del 2012 con referencias a parámetros de la Granja en Idaho, E.U. A.

CONCEPTO	PARAMETRO
Relación macho – hembra	1 A 5
Fertilidad	90%
Número de crías nacidas por hembra	7.8
Número de crías destetadas por hembra	5.75
Días al destete	60 DIAS
Peso al destete	250-300 gr
Peso al sacrificio para la obtención de la piel	2.8 KG
Tiempo del destete al sacrificio	150-162 DIAS
Mortalidad durante el ciclo productivo	10%
Conversión alimenticia durante todo el ciclo	35 A 1
Periodo de empadre	16 MARZO A 20 DE ABRIL
Días de gestación	30 -37 DIAS
Periodo de nacimiento	18 DE ABRIL A 15 DE MAYO
Periodo de destete	12 AL 26 DE JULIO
Periodo de sacrificio	8 AL 22 DE DICIEMBRE

Reproductivamente el Mink únicamente presenta un periodo para el empadre al inicio de la primavera, teniendo únicamente un solo parto por año, afectado fisiológicamente por el fotoperiodo “horas luz”, como también la temperatura.

El alimento contiene un 40 % de P.C. mínima elaborada en la misma granja en base a pescado, mariscos, pollo, carne de res, cereales, etc. Se recomienda que más del 80 % de la proteína sea de origen animal, y cuidar el contenido de fibra cruda no más del 5 %. El alimento se le proporciona 3 veces al día y en forma semi húmeda. Es importante citar que durante la época de nacimientos los reproductores deben de contar con suficiente alimento,

pues la falta del mismo puede originar canibalismo con las crías, por lo que cada 2 horas se sirve alimento.

La gestación dura aproximadamente 38 días, pero se tienen las bases que el ovulo fértil puede durar hasta 8 días para implantarse en la matriz.

Las crías pueden permanecer con su madre de 60 a 65 días, para posteriormente ser destetadas y cuidadas para la producción de piel. A los 30 días de haber nacido las crías se pueden alimentar por sí solas, abren los ojos y empiezan a abandonar el nido.

Cuando los animales no están en época de reproducción se pueden tener en pares: machos con hembras, progenitor con una cría, etc. Pero no hembra con hembra, esto para promover la competencia por el alimento y mejor talla al mercado. En época de empadre lo que mejor ha funcionado en periodos de monta son intervalos de 3 / 5 / 8 días.

Sí la hembra produce menos de 4 crías es razón para desecharla para el próximo ciclo, normalmente se recomienda una vida productiva de 3 partos para las hembras, pero son animales que pueden tener una longevidad de hasta 10 años.

Es un animal que no es domesticable, se debe de manejar con mucha precaución y respeto, por sus filosos dientes, garras y fortaleza. La temperatura ambiente es un factor clave, donde las temperaturas no deben de ser mayores a los 23 ° C, y toleran fácilmente temperaturas hasta de – 18 ° C. por lo que regiones como San Juanito, Temosachic y otras regiones más frías de la sierra de Chihuahua son ideales para la cría de esta especie. Sin embargo los animales han tolerado temperaturas hasta 38 °C, pero se sabe que afecta su vida reproductiva.

Debido a su baja tasa de conversión alimenticia, el principal reto de esta actividad son los costos de alimentación, donde resulta necesario elaborar dietas balanceadas utilizando subproductos de origen animal.

La granja es manejada únicamente con 7 trabajadores.

El precio de un ejemplar para pie de cría es: macho de \$ 250.00 a 300.00 USD y hembra \$ 200.00 a 250.00 USD.

Se manejan dos dietas para la alimentación del Mink: una de primavera-verano con más grasa y otra fórmula de otoño – invierno. Donde debe de contener 42 % P.C. un 30 % de grasa, 6 % de vitaminas y minerales y entre un 10 a 12 % de F.C. Debido a su corto intestino el alimento transita en el tracto digestivo un promedio de 4 horas; es importante citar que los cereales se deben de cocinar para su dieta.

Entre las razones que se selecciona una hembra como pie de cría se pueden citar las siguientes: 1) Habilidad materna 2) Calidad de la piel y tamaño 3) productividad más de 4 crías por parto, etc. En el caso del macho principalmente se toma en cuenta: 1) Tamaño y calidad de la piel 2) Vigor sexual y fertilidad. Las hembras alcanzan la talla para septiembre, mientras que en el caso del macho hasta diciembre, pero los animales que seleccionen para reemplazo empezarán a trabajar hasta la próxima primavera.

La experiencia que se tiene en la región serrana de Chihuahua, es que el 97 % de las hembras aceptan al macho para la copula, el 92 % quedan preñadas y el 85 % logran destetar exitosamente a la mayoría de sus crías.

El peso al mercado es de 2.5 Kg. En las hembras y de 3.0 kg.

En cuanto a la sanidad se aplican 2 vacunas al momento del destete de manera subcutánea en la pierna: una para el moquillo y la segunda para: botulismo, enteritis y neumonía. Estas vacunas son procedentes de E.U.A.

Los principales mercados para la comercialización de pieles son: Toronto, Copenhague, Seattle, San Petersburgo y Helsinki. Estas ferias mundiales para la venta de pieles se realizan 2 veces por año.

Conclusiones

Es factible y rentable la producción de pieles de Mink de primera calidad en las zonas Serranas del norte de nuestro país. Pero resulta necesario la organización y capacitación de los productores, tanto para la elaboración de sus dietas, manejo, como para la comercialización de sus pieles.

El Mustela visón americano, es adaptable a las zonas frías del Estado de Chihuahua, con parámetros productivos similares a los de E. U. A.

Representa una fuerte inversión inicial para el establecimiento de una Granja productora de Mink, pero es posible recuperar dicha inversión en un plazo de 18 meses. La piel que se produce se puede comercializar en precios superiores a los \$ 90.00 USD, donde la experiencia de los 2 últimos años, el costo por animal es de \$ 20.00 USD por concepto de alimentación, y otro \$ 20.00 USD es mano de obra, electricidad y otros costos operativos.

Entre **las ventajas** que se pueden citar para la producción animal de esta pequeña especie, se pueden enumerar las siguientes:

- 1) Industria integral y limpia.
- 2) las heces fecales se pueden incorporar como fertilizantes orgánicos de excelente calidad por su alto valor nitrogenado.
- 3) Se pueden utilizar subproductos de origen animal para la alimentación de los animales, por lo que no compite en alimentos con el hombre.
- 4) La producción de piel es de alta calidad.
- 5) Se puede aprovechar la grasa subcutánea para elaborar aceites de un alto valor para la cosmetología y peletería.
- 6) Los canales de Mink se utilizan para la elaboración de harina de carne.
- 7) Actividad rentable con una gran demanda en el mercado mundial.
- 8) Disponibilidad de pie de cría de alto valor genético y adaptado a las condiciones del norte de nuestro país.
- 9) Actividad con un alto potencial económico para el estado de Chihuahua, y otros estados fríos del norte de México.
- 10) Genera empleos en su entorno.
- 11) promover la protección de la biodiversidad en la región.

Las desventajas:

- 1) Únicamente una sola época de empadre y de parición al año.
- 2) Una baja conversión alimenticia, por su pequeño intestino.
- 3) Temperamento agresivo, no domesticable.
- 4) Desconocimiento del manejo y aspectos reproductivos de la especie.
- 5) Literatura escasa y en otros idiomas.
- 6) Únicamente una sola temporada de cosecha o de ingreso de la actividad.

7) Por desconocimiento de la actividad, mala imagen ante activistas, principalmente en E.U.A. Es necesario hacer de mayor conocimiento esta nueva actividad pecuaria para las zonas serranas del norte de nuestro país, como una actividad rentable, que puede generar empleo y derrama económica de gran importancia.

Literatura Citada

- Banfield, A. W.F. 1974. "The Mammals of Canada" University of Toronto Press. Toronto y Buffalo, Canada 438 pg. (ISBN 0-8020-2137-9).
- Bergman, K. y J. Elzinga 2003. Nutritional requirements of the European mink. European Zoo Nutrition Center. Van Hay Intituut. Documento inédito.
- Forsyth, A. 1999. "Mammals of North America: Temperate and Artic Regions" Firelly Books. Willowdale, Ontario. 350 pg. (ISBN 1-55209-409+X).

**DISTRIBUCIÓN ACTUAL E HISTÓRICA DE COLONIAS DE PERRITO LLANERO
(*Cynomys mexicanus*) EN EL RANCHO “LOS ANGELES” Y SU RELACIÓN CON LA
HIDROLOGÍA DE LOS PASTIZALES**

**ACTUAL AND HISTORIC DISTRIBUTION OF PRAIRE DOG (*Cynomys mexicanus*)
COLONIES IN “LOS ANGELES” RANCH AND ITS RELATIONSHIP WITH THE
RANGE HYDROLOGY**

Iliana I. Hernández¹, Luis Pérez¹, Silvia X. González² y Eloy A. Lozano¹

¹Departamento de Recursos Naturales Renovables-UAAAN

²Secretaría de Medio Ambiente-Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza

Resumen

El objetivo fue delimitar la distribución espacial de perrito llanero (*Cynomys mexicanus*) actual, su comparación con su distribución histórica y ver su relación con resultados del comportamiento hidrológico del pastizal en el rancho ganadero “Los Ángeles”. Para obtener la distribución actual se utilizó un GPS. El programa Arc View 3.3 fue utilizado para realizar los mapas comparativos de la distribución actual e histórica del perrito. Se analizaron los resultados obtenidos de tres estudios hidrológicos para conocer la relación de la hidrología del pastizal con la superficie colonizada por el perrito. Los resultados muestran una ocupación de 321.7, 840, 1186.3 y 805 hectáreas para los años 1975, 1994, 2003 y 2011 respectivamente. Se concluye que históricamente el perrito llanero (*Cynomys mexicanus*) ha tenido diferente superficie colonizada y su distribución ha variado con los años, en el rancho “Los Angeles”. La población de perrito no ha sido fragmentada en el rancho, y al comparar con los resultados del comportamiento hidrológico del Pastizal Mediano Abierto, que es donde principalmente se distribuye el perrito, se nota que no existe un daño a los pastizales ocasionado por el perrito, donde se le da un uso ganadero. Por lo que con estos resultados, nos dan la pauta para no desistir en buscar la conservación de esta especie, que ha sido duramente afectada y es benéfica para el ecosistema del pastizal.

Palabras Clave: Perrito llanero, distribución histórica, pastizal, hidrología.

Abstract

The objective was to delimit the prairie dog (*Cynomys mexicanus*) actual distribution, comparing its historic distribution and its relationship with the range hydrology in the Los Angeles ranch. To obtain the actual distribution a GPS was used. The Arc View 3.3 software was used to make actual and historic prairie dogs distribution maps. The results of three hydrology studies were used to know the range hydrology relationship with the distribution of prairie dog. The results show that 321.7, 840, 1186.3 y 805 hectares were occupied during 1975, 1994, 2003 y 2011 respectively. In conclusion, different surface and distribution was occupied in the Los Angeles ranch by the prairie dog (*Cynomys mexicanus*) historically, and when the open range hydrologic behavior results were compare, where the prairie dog lives, it is notice that no exist range damage by the prairie dog where the livestock management was made. These results encourage us to do not stop the prairie dog conservation, which, has been too much affected and it is to benefic to the range ecosystem.

Key words: Praire dog, historic distribution, range, hydrology.

Introducción

En los pastizales áridos y semiáridos del norte de México, el perrito llanero mexicano es un mamífero roedor que ha padecido problemas de fragmentación de sus poblaciones, lo que ha llevado a una disminución de individuos y por ende la degradación de los pastizales donde habita. Esta especie endémica actualmente está clasificada como una especie en peligro de extinción (Cevallos *et al.*, 1993; SEMARNAT, 2002; UICN, 2000). En México está protegida bajo la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAP-2001. El perrito llanero se distribuye en los estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí, en un total de 600 kilómetros cuadrados (Cevallos *et al.*, 1993). Sin embargo, Treviño-Villarreal y Grant (1998) reportan que se ha perdido un 62% de su hábitat, ya que se considera una distribución histórica de 1,255 kilómetros cuadrados, posteriormente de 768 kilómetros cuadrados y de tan sólo 478 kilómetros cuadrados en el último cálculo.

El perrito llanero impacta fuertemente el ecosistema, tanto en sus características bióticas como abióticas (Cevallos *et al.*, 1999), y por lo tanto, puede llegar a repercutir en la sucesión vegetal, hidrología, ciclo de nutrientes, biodiversidad y arquitectura del paisaje (SEMARNAT, sin año). Scott (1999) mencionan que el crecimiento de la agricultura ha ocasionado daños al hábitat y poblaciones de perrito llanero, mientras que por otra parte, se ha cuestionado la competencia por el pastizal entre el perrito llanero y el ganado, a lo que la SEMARNAT (Sin Fecha) consideran que las dietas del perrito y el ganado, sólo se sobreponen en cierta medida, sin embargo, se tiene una destrucción de la vegetación ocasionada por el sobrepastoreo. El ecosistema del pastizal se ve beneficiado con la presencia del perrito llanero, ya que por sus hábitos alimenticios el perrito evita el crecimiento y la ocupación de especies arbustivas como el mezquite y la gobernadora que desde el punto de vista forrajero, estas especies son menos palatables para el ganado.

En el rancho ganadero “Los Angeles” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado al sur de la ciudad de Saltillo, es parte del territorio donde habita el perrito llanero, ocupando principalmente el Pastizal Mediano Abierto. González D., J.L. (2004) al realizar un estudio de ocupación espacio-temporal de perrito llanero, muestra que aunque la ocupación varía de 1975 a 2003, las colonias no se ven fragmentadas. El presente trabajo tiene como objetivo delimitar la distribución espacial de perrito llanero (*Cynomys mexicanus*) actual, su comparación con su distribución histórica y ver su relación con resultados del comportamiento hidrológico del pastizal en el rancho ganadero “Los Angeles”.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en el rancho experimental ganadero “Los Angeles”, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado a 34 kilómetros al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, rumbo a Concepción del Oro, Zacatecas, México. El rancho se localiza entre los 25° 04' 12" y 25° 08' 51" Latitud Norte y los 100° 58' 07" y 101° 03' 12" Longitud Oeste (Serrato, 1893).

Se utilizaron los mapas elaborados por González D., J.L. (2004) para los años 1975, 1994 y 2003. Para la obtención de ocupación de perrito en el año 2011, se utilizó un GPS magellan, se obtuvieron la coordenadas para cada vértice exterior que delimitaban las colonias del perrito llanero. Los datos obtenidos se capturaron en el programa Excel, para posteriormente crear la cobertura correspondiente a ocupación 2011 en el programa Arc View 3.3. Posteriormente se elaboró un mapa para comparar las coberturas de 1975, 1994, 2003 y 2011.

Para realizar la relación de la hidrología de los pastizales con la ocupación de perrito llanero, se analizaron los resultados obtenidos para infiltración y producción de sedimentos con la cobertura del suelo, a tres tipos de vegetación: Pastizal Mediano Abierto, Pastizal Amacollado y Matorral Micrófilo (Beltrán L., S.1988) y a tres tipos de suelo presentes en el Pastizal Mediano Abierto (Zárate L., A. 1988). También, se realizó el análisis del efecto de época de crecimiento y letargo de los pastizales, así como, los diferentes porcentajes de cobertura (Hernández J., I. I. 1991) para el rancho “Los Angeles”.

Resultados y Discusión

La ocupación de perrito para 2011 es de 805 ha, también se observa que la mayor ocupación se da en las partes más bajas del rancho y que están cubiertas por Pastizal Mediano Abierto (Figura 1).

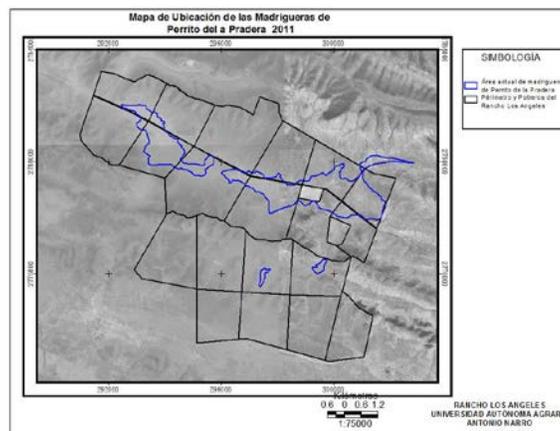


Figura 1. Ocupación por perrito llanero en el rancho “Los Angeles” en el 2011.

La Figura 2 muestra la superficie colonizada por perrito llanero para 1975, 1994, 2003 y 2011, que de acuerdo a la superficie total del rancho, el perrito llanero para 1975 tenía colonizada una superficie de 312.7 ha, para el año de 1994, aumento hasta 840 ha, lo que nos indica que se tuvo un incremento del 168% en 19 años. Para 2003 la superficie de colonización aumento hasta 1186.3 ha, lo que representa un incremento del 41% en 9 años. Sin embargo, para 2011 se tuvo una disminución de superficie colonizada del 32% con respecto al 2003, 9 años atrás. El año 2011 fue un año excepcionalmente seco, por lo que se tuvo una disminución en la disponibilidad de forraje, tal vez esto influye en la disminución de la colonización.

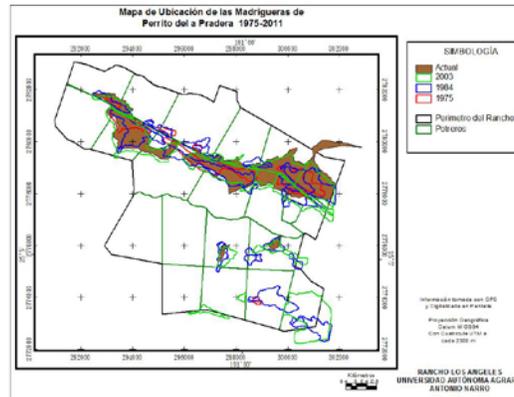


Figura 2. Superficie colonizada por perrito llanero para 1975, 1994, 2003 y 2011.

Los resultados de las pruebas de infiltración y producción de sedimentos realizadas por Beltrán (1988) en el rancho, arrojan que las tasas de infiltración son mayores en el Pastizal Mediano Abierto y estadísticamente diferentes con respecto a el Matorral Micrófilo y estos no presentan diferencias con el Pastizal Amacollado, las variables que tuvieron mayor influencia en este proceso hidrológico fueron la cobertura basal y aérea de zacates, el suelo desnudo, la densidad aparente entre otros, mientras que la producción de sedimentos totales, el Matorral Micrófilo fue estadísticamente superior al Pastizal Mediano Abierto. Como se observa en la Figura 2, la superficie colonizada por perrito se localiza en el Pastizal Mediano Abierto, donde las tasas de infiltración se reportan más altas, lo que nos indica que la presencia de perrito llanero, que ocupa históricamente estas tierras, tiene un impacto positivo en la hidrología de los pastizales.

Por otro lado Zarate (1988) al comparar tres diferentes tipos de suelo que se localizan en el Pastizal Mediano Abierto del rancho, encontró que no existe diferencia significativa entre las tasas de infiltración obtenidas para los tres tipos de suelo, por lo que se observa que el perrito de la pradera al construir sus madrigueras no altera este proceso hidrológico, pues de otra manera se reduciría la tasa de infiltración donde existe mayor concentración de colonización de perrito.

Al analizar el efecto de época Hernández (1991), obtiene que las tasas de infiltración más altas fueran para la época de crecimiento versus la época de letargo de los pastizales y también que estas tasas se incrementan conforme se incrementa la cobertura del suelo para el Pastizal Mediano Abierto. Cabe resaltar, que el ganado ocupa principalmente al igual que el perrito llanero las áreas cubiertas por Pastizal Mediano Abierto, por lo que estos estudios se realizaron con el propósito de ver la dinámica hidrológica del rancho y su relación con el manejo del ganado no con la colonización de los perritos. Sin embargo, los resultados del análisis muestran como el manejo del ganado y la conservación de una especie de fauna silvestre pueden compartir espacios y sumar beneficios al ecosistema pastizal.

Conclusión

De acuerdo a los resultados se concluye que a pesar de que históricamente el perrito llanero (*Cynomys mexicanus*) ha tenido diferente superficie colonizada y su distribución ha variado con los años, en el rancho “Los Angeles” se mantiene como una población que no ha sido fragmentada, y al comparar con los resultados del comportamiento hidrológico del Pastizal

Mediano Abierto, que es donde principalmente se distribuye el perrito, se nota que no existe un daño a los pastizales ocasionado por el perrito, donde se le da un uso ganadero. Por lo que con estos resultados, nos dan la pauta para no desistir en buscar la conservación de esta especie, que ha sido duramente afectada y es benéfica para el ecosistema del pastizal.

Literatura Citada

- Beltrán L., S. 1988. Infiltración y producción de sedimentos en tres tipos de vegetación del rancho “Los Angeles”. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
- Cevallos G, M E, Mellink abn L.R, Hanebury. 1993. Distribution and conservation status of prairie dog *Cynomys mexicanus* and *Cynomys ludovicianus* in Mexico biological conservation. 63:105-112.
- González D., J. L. 2004. Colonización espacio-temporal de perrito llanero (*Cynomys mexicanus*) en relación al paisaje en el rancho Los Ángeles. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
- Hernández J., I. I., 1991. Efecto de época de crecimiento y cobertura vegetal sobre la infiltración y la producción de sedimentos en un pastizal mediano abierto. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
- Scott-M. 1999. “El Perrito de la pradera”. Pronatura, A. C. núm 8. 28-33 pp.
- SEMARNAT, 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental- especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. DOF 6-marzo-2002, Segunda Sección.
- SEMARNAT, sin fecha. Proyecto de Protección, Conservación y Recuperación del Perrito Llanero (*Cynomys mexicanus*) Serie: proyectos de Recuperación de Especies Prioritarias, número 13.
- Serrato S., R., G., Medina T. y R. Vásquez A. 1983. Respuestas del pastizal mediano abierto a diferentes sistemas de pastoreo. UAAAN. Monografía. Técnico Científica. 9 (1):32-43. México.
- UICN, 2000. The 2000 IUCN red list of threatened species. IUCN, Gland Switzerland. 61 pp.
- Treviño – Villarreal J.W.E. Grant. 1998. Geographic range of the endangered Mexican prairie dog *Cynomys mexicanus*) Journal Mammalogy. 79:1273-11287.
- Zárate L., A. 1988. Evaluación de las tasas de infiltración y producción de sedimentos en tres suelos de pastizal del rancho Los Ángeles. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.

DISTRIBUCION Y ESTADO DE LAS POBLACIONES DE BERRENDO MEXICANO EN CHIHUAHUA

DISTRIBUTION AND STATUS OF MEXICAN PRONGHORN POPULATIONS IN CHIHUAHUA

Alberto Lafón¹ y Enrique Carreón¹

¹Protección de la Fauna Mexicana, A.C.

Resumen

Se analizó la distribución y estado de las poblaciones de berrendo (*Antilocapra americana mexicana*) en el estado de Chihuahua histórica y actualmente. Las fluctuaciones en el tamaño de las poblaciones van desde 533 en 1978, entre 200 y 300 en los años 80 – 90's, hasta 400 en el 2008. Las causas de disminución de las poblaciones son de carácter antropogénico (reducción y alteración del hábitat, cacería, depredación, cambio de uso de suelo de áreas de pastizal a áreas agrícolas).

Palabras clave: *Antilocapra americana mexicana*, Berrendo, Chihuahua, distribución, población, pronghorn.

Introducción

El berrendo (*Antilocapra americana*) considerado el único “antílope” del Nuevo Mundo se distribuye en el estado de Chihuahua, donde se considera que sus poblaciones aún son puras genéticamente (Lee *et al.* 1994), correspondiendo a la subespecie mexicana (*Antilocapra americana mexicana*) considerada como en peligro de extinción (SEMARNAT 2010), dado que su abundancia y área de distribución se han visto afectadas por destrucción y fragmentación del hábitat y cacería furtiva, el berrendo es una de las 30 especies prioritarias contempladas dentro del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) de la CONANP. Varios estudios enfocados principalmente a la distribución y abundancia del berrendo (Nelson 1927, Treviño 1978, González-Romero y Lafón 1993, Azuara *et al.* 2000, Valdés y Cruz 2002, Valdés y Manterola 2006, SEMARNAT-UACH 2008) han mostrado las fluctuaciones en el tamaño de las poblaciones; desde 533 en 1978, entre 200 y 300 en los años 80 – 90's, hasta 400 en el 2008. Los objetivos fueron identificar las áreas de distribución del berrendo mexicano en el estado de Chihuahua, así como su número poblacional.

Materiales y Métodos

Se analizó y digitalizó información en formato análogo de los estudios que mostraban mapas de la distribución de la especie (Leopold 1959, Treviño 1978, Yoakum 1978, Hall 1981, González-Romero y Lafón 1993, SEMARNAT – UACH 2008). Se analizó información referente a datos de población González-Romero y Lafón 1993, SEMARNAT – UACH 2008).

Resultados y Discusión

La distribución histórica denota los límites periféricos de la distribución del berrendo, documentando un patrón de distribución general, sin embargo, no todas las áreas dentro de esos

límites fueron ocupadas por la especie, tal es el caso de la distribución mencionada por Leopold (1959) y Hall (1981) en donde se localizan áreas con vegetación de bosque templado, en los cuales no se distribuye la especie (Figura 1).

Treviño (1978) reportó una población de 533 individuos en diez localidades, de las que El Sueco (Figura 2) mostró la mayor concentración (204). Para 1984 la población mínima fue de 214 berrendos (Figura 3) con una población estimada de 307 (González-Romero y Lafón 1993). En 1995 se observó una población mínima de 195 especímenes (Valdés y Manterola 2006), sin embargo no se cubrieron la totalidad de las áreas de distribución. Entre los años 1997 y 2002 se realizaron censos aéreos fluctuando las poblaciones entre 282 (faltó de muestrear 15% del área central) y 223 individuos (Azuara *et al.* 2000, Valdés y Cruz 2002) y en 2008 se censaron 405 individuos (SEMARNAT-UACH 2008). Los estudios coinciden en el área de El Sueco con las mayores poblaciones observadas, en el Cuadro 1 se presenta el número de berrendos observados en el censo del 2008.

El último estudio realizado por SEMARNAT-UACH (2008) identificó cuatro zonas (Janos, El Sueco, Coyame y La Perla) y 16 áreas de distribución de berrendo, de las cuales algunas presentan buena condición de hábitat y buen número de individuos (las menos), así como otras donde la especie ya no está presente y otras donde no había sido reportada con anterioridad.

Cuadro 1. Población mínima y población máxima estimada de berrendo (*Antilocapra americana mexicana*) en diferentes años en el estado de Chihuahua.

Fuente	Año	Población mínima	Población máxima estimada
Nelson 1927	1927		700
Treviño 1978	1977	561	
	1978	533	
González-Romero y Lafón 1993	1984	214	401
Valdés y Manterola 2006	1995	195	
Azuara <i>et al.</i> 2000	1997 – 1998 - 1999	282	564
Valdés y Cruz 2002	2002	223	318
SEMARNAT-UACH 2008	2008	405	809

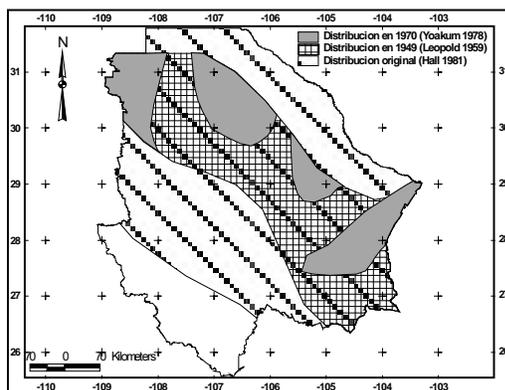


Figura 1. Distribución histórica del berrendo (*Antilocapra americana mexicana*) en el estado de Chihuahua hasta 1970 (Carreón y Lafón 2012).

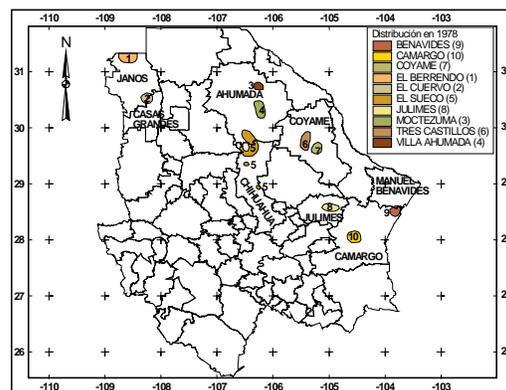


Figura 2. Distribución del berrendo (*Antilocapra americana mexicana*) en el estado de Chihuahua en los años 1977 – 1978 (Carreón y Lafón 2012).

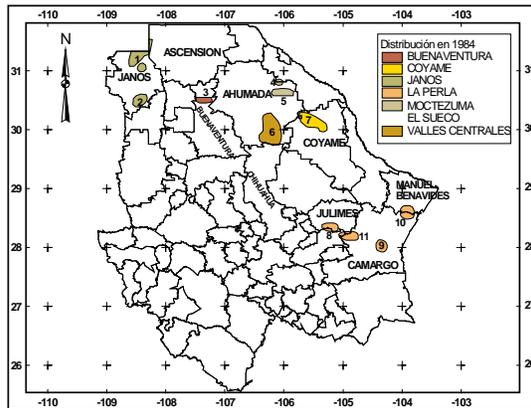


Figura 3. Distribución del berrendo (*Antilocapra americana mexicana*) en el estado de Chihuahua en el año 1984 (Carreón y Lafón 2012).

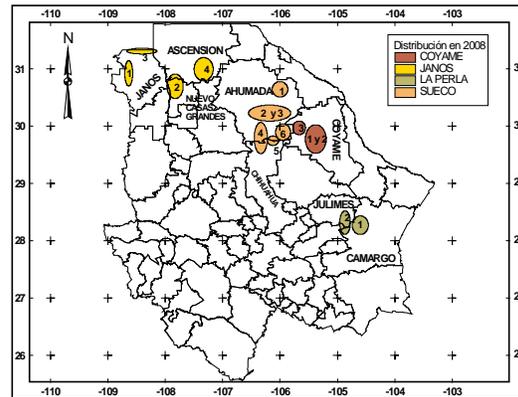


Figura 4. Distribución del berrendo (*Antilocapra americana mexicana*) en el estado de Chihuahua en el año 2008 (Carreón y Lafón 2012).

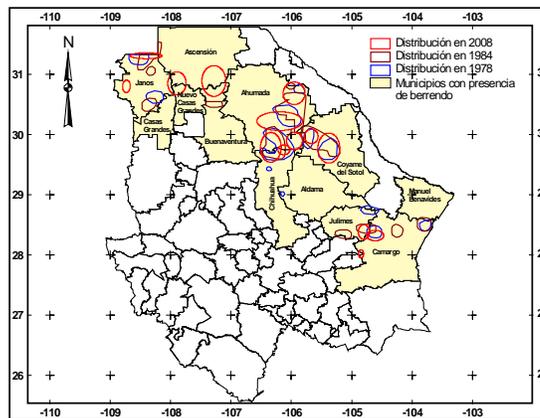


Figura 5. Traslape de áreas de distribución de berrendo (*Antilocapra americana mexicana*) en el estado de Chihuahua (Carreón y Lafón 2012).

En la figura 5 se puede apreciar que la mayor área de traslape se encuentra en pastizales centrales (Sueco, Coyame), en los municipios de Ahumada, Coyame del Sotol y Chihuahua, principalmente. De igual manera áreas reportadas con avistamientos de berrendos con anterioridad actualmente no se reportan (SEMARNAT-UACH 2008), al igual que otras áreas de las que al parecer no se tenían reportes. Esto puede deberse a que dichas áreas no hayan tenido reportes de avistamientos o no fueron monitoreadas.

Conclusiones

Entre las principales causas de disminución de las poblaciones de berrendo se encuentran las de carácter antropogénico, la reducción y alteración del hábitat, la cacería y la depredación, según lo señalaron González-Romero y Lafón (1993).

A lo anterior se suma el aislamiento geográfico de las poblaciones por la fragmentación del hábitat, dado por el cambio de uso de suelo de áreas de pastizal a áreas agrícolas, donde se calcula que se han perdido cerca de 400,000 has de pastizal en los últimos años (Carreón *et al.* 2008). Dentro de estas áreas abiertas a la agricultura, gran parte está localizada en zonas de distribución de berrendo, por lo que la situación no es alentadora.

Se debe establecer un monitoreo permanente de las poblaciones de berrendo en el estado de Chihuahua.

Literatura Citada

- Azuara, D., R. Medellín, C. Manterola y M. Valdés. 2000. Pronghorn Populations in Chihuahua, Estimated by Aerial Surveys. 19th Biennial Pronghorn Antelope Workshop. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, Baja California Sur, México.
- Carreón H. E. y A. Lafón T. 2012. Sistema de Información Geográfica Berrendo (*Antilocapra americana mexicana*) Chihuahua. Protección de la Fauna Mexicana, A.C.
- Carreón H. E., J. C. Guzmán-Aranda, C. Pinedo A. y A. Lafón T. 2008. Cambios en la cobertura vegetal de la Ecoregión Desierto Chihuahuense: Análisis retrospectivo de las décadas 1970 – 2000. Memorias V Simposio Internacional de Pastizales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
- González-Romero, A. y A. Lafón T. 1993. Distribución y estado actual del Berrendo (*Antilocapra americana*) en México. Pp. 409-420 y 464. En: Avances en el estudio de los mamíferos de México. R. Medellín y G. Ceballos (eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México.
- Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. John Wiley and Sons, New York, xv+1181+90 pp., 2 vols.
- Lee, T. E., J.W. Bickham, and M. D. Scott. 1994. Mitochondrial DNA and Allozyme analysis of North American Pronghorn populations. *Journal of Wildlife Management* 58:307-318.
- Leopold, A. 1959. La Fauna Silvestre de México. Instituto Mexicano para el Estudio de los Recursos Naturales Renovables. México, D. F.
- Nelson, E.W. 1927. Status of the pronghorned antelope. 1922-1924. U.S. Department Agriculture Bulletin. 1346:1-66.
- Treviño, F. J. C. 1978. Number and distribution of pronghorn antelope in Chihuahua, México. M.S. Thesis, New México State University. 58 pp.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- SEMARNAT – UACH (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Delegación Federal en el Estado de Chihuahua - Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua). 2008. Diagnóstico de las poblaciones de berrendo (*Antilocapra americana*) y especies con estatus asociadas en el estado de Chihuahua. Chihuahua, México.
- Valdés, M. y C. Manterola. 2006. Áreas para la Conservación del Berrendo en Chihuahua. Pp. 83-95. *In*: El Berrendo en México, Acciones de Conservación. Valdés, M., E. de la Cruz, E. Peters y E. Pallares (compiladores). Agrupación Sierra Madre, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Dirección General de Vida Silvestre, Instituto Nacional de Ecología, Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos, Unidos para la Conservación.
- Valdés, M. y H. Cruz. 2002. Análisis de la Viabilidad de Crías de berrendo (*Antilocapra americana*) en Valle Colombia, Coahuila. Informe Técnico de Unidos para la Conservación, A. C. al Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT.
- Yoakum, J. D. 1978. Pronghorn. pp. 103-121. *in*: Big Game of North America. Schmidt, J. L. and G. Douglas L. (eds.). Harrisburgh, P. A.

DIAGNOSTICO DEL MANEJO NUTRICIONAL DEL GUAJOLOTE DE TRASPATIO EN EL ESTADO DE TLAXCALA: AVANCES

Guillermina Martínez¹, Ramón Gutiérrez², Laura Hernández³, Francisco E. Cab⁴, Alma V. Ayala¹, José D. Osuna⁵, Miguel P. Conde³

¹CIR-CE INIFAP, ²CIR-NOC INIFAP, ³Consultor Privado³, ⁴CIR-GOC INIFAP, ⁵CIR-NO INIFAP.
martinez.guillermina@inifap.gob.mx

Resumen

La información, obtenida a través de encuestas realizadas en los municipios del estado de Tlaxcala, fue analizada para mostrar los avances relacionados con el manejo nutricional del guajolote del sistema de traspatio (micro-productor); y en base a los resultados obtenidos se tiene que el 48% de los productores utiliza el maíz como principal ingrediente de las dietas de sus parvadas, el 92% de ellos incluye desperdicios de cocina, el 88% proporciona alimento balanceado, aunque desconocen la composición nutricional del mismo y el 72% lleva a cabo el pastoreo de sus animales. Es importante que se proporcionen cursos-talleres de capacitación a los productores de guajolote de este sistema a fin de que se produzcan guajolotes con un manejo nutricional adecuado, sin dejar de considerar todos y cada uno de los ingredientes que se proporcionan normalmente en la alimentación de los guajolotes de traspatio.

Palabras Clave: Diagnóstico nutricional, guajolotes, traspatio

Introducción

La producción de carne de guajolote o pavo, es una de las actividades ganaderas con mayor tradición en México, ya que la cría de estas aves data de la Época Precolombina y se hace referencia a que ésta es una de las aportaciones de México al mundo (Henson, 1992; Villamar y Guzmán, 2006). El guajolote es una especie originaria de América y ha sido platillo principal en diferentes culturas y tiempos; los mayas lo domesticaron, los aztecas lo dieron a conocer a los españoles y posteriormente se hizo presente en las mesas de reyes en Europa (Trejo, 2011). En México, la cría de los guajolotes se lleva a cabo principalmente en condiciones de traspatio y con parvadas nativas carentes de selección genética (Jerez *et al.*, 1994). De acuerdo con Quintana (2003), la meleagricultura, nombre que recibe la crianza industrial de guajolote; es relegada en México por otra especie avícola: la gallina doméstica (*Gallus gallus*) con sus dos principales variantes de la producción intensiva: pollo de engorda y gallina de postura (SAGARPA, 2003). A pesar de esta situación; de las especies avícolas, el guajolote ocupa el segundo lugar en importancia a nivel nacional (UNA, 2005). En nuestro país la crianza de guajolote se lleva a cabo en tres sistemas: 1) el especializado; que comprende las grandes granjas, que importan sus reproductoras y destinan su producción a la engorda de pavos, cuentan con sus propios medios de distribución en el mercado nacional de aves congeladas para navidad y año nuevo; 2) el pequeño meleagricultor; quien se dedica a engordar guajolotes mejorados, los cuales son comercializados a precios altos fuera de la temporada de venta normal; y 3) el micro-productor; quien normalmente es campesino, que se dedica a la crianza de guajolotes con métodos tradicionales, en instalaciones rústicas en el traspatio de los terrenos que son habitados por la familia. Bajo estas condiciones se tiene la ventaja de contar con la mano de obra familiar; sin embargo, la productividad es muy baja (Díaz, 1975; Jerez *et al.*, 1994). En el estado de Tlaxcala, se lleva a

cabo la crianza de guajolote en su mayoría, en condiciones de traspatio (micro-productor); a pesar de esta situación, la producción de guajolote en el estado es de gran importancia económica, social y cultural, aun cuando existe escasa información de este sistema en relación a las áreas de producción, en éste caso de la nutrición. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio es mostrar avances en el diagnóstico del manejo nutricional del guajolote de traspatio en el estado de Tlaxcala.

Materiales y Métodos

La secuencia metodológica para la realización del presente estudio fue la siguiente: 1) revisión de literatura con la finalidad de tener idea de la situación del sistema de producción de guajolote de traspatio en el estado de Tlaxcala, 2) elaboración de cédulas, 3) aplicación de dos cédulas en cada uno de los municipios del estado de Tlaxcala; en acuerdo con los actores involucrados en el sistema, se tomó la determinación de aplicar dos cédulas por municipio debido a que no se cuenta con información al respecto previamente documentada en el estado, 4) se elaboró una base de datos con la información obtenida a través de las cédulas aplicadas, 6) se diseñó una hoja electrónica con el paquete Office Excel (Microsoft®) para analizar la información, de tal forma que fuera posible mostrar la interpretación de la información mediante frecuencias y variables descriptivas. Los análisis realizados estuvieron relacionados con el número de productores que apoyan la alimentación de los guajolotes con granos, producto de las actividades agrícolas; productores que proporcionaban desperdicios de cocina; productores que incluyen alimentos balanceados, así como productores que llevan a cabo el pastoreo de sus parvadas y los que no llevaban a cabo esta actividad.

Resultados y Discusión

El manejo nutricional de cualquier especie es de primordial importancia en la producción pecuaria; y si además se realiza de manera adecuada se lograrán obtener los resultados esperados de acuerdo al sistema del que se trate. Las aves requieren de nutrientes para permanecer sanas y lograr una buena producción de huevos y carne; estos nutrientes son proteínas, grasas-carbohidratos, vitaminas, minerales y agua (López, 2005; Chávez y Luengas, 2007); las proteínas se pueden encontrar y obtener de granos de leguminosas, gusanos y larvas; los carbohidratos son constiyentes principales del maíz, sorgo, camote, papaya, papas, plátanos, entre otras; las grasas se encuentran en insectos, legumbres y algunos granos; los minerales se obtienen de hojas, cascarón de huevo, maíz nixtamalizado y las vitaminas se encuentran en verduras, hojas verdes, cereales, insectos y larvas (López, 2005). El agua es un ingrediente fundamental en la nutrición, ya que el cuerpo del ave y los huevos están formados en más de un 50% de este nutriente, además favorece la digestión, la absorción y el transporte de nutrientes y controla la temperatura del cuerpo (López, 2005); el agua se obtiene en parte de los alimentos frescos (verduras, frutas, desperdicios) y principalmente de la fuente que le provea el productor o de otras fuentes de las zonas donde pastorean.

De acuerdo con la información obtenida en las encuestas aplicadas, la alimentación de las parvadas de guajolotes de traspatio en el estado de Tlaxcala tiene una gran variabilidad de ingredientes: maíz, granos, frutas, verduras, desperdicios de cocina, alimento balanceado comercial y por supuesto el pastoreo en los terrenos donde se establecen cultivos o en terrenos comunales y/o baldíos; lugares donde consumen hierbas, granos silvestres e insectos.

Uso de granos de las cosechas agrícolas. Los productores de guajolote entrevistados en el estado de Tlaxcala, proporcionan alimentación basada en granos (maíz, trigo, avena, cebada, sorgo, frijol, calabaza) y salvado; (Figura 1), los cuales son cultivados en los terrenos agrícolas, regularmente cercanos a los lugares donde habitan las familias y por tanto, donde se encuentran los lugares de crianza de los guajolotes.

En su mayoría, uno de los principales ingredientes que integran la parte nutricional del guajolote de traspatio es el maíz (Figura 1), en distintas presentaciones: masa, tortilla (dura o remojada), maíz (entero, quebrado, molido y/o nixtamalizado).

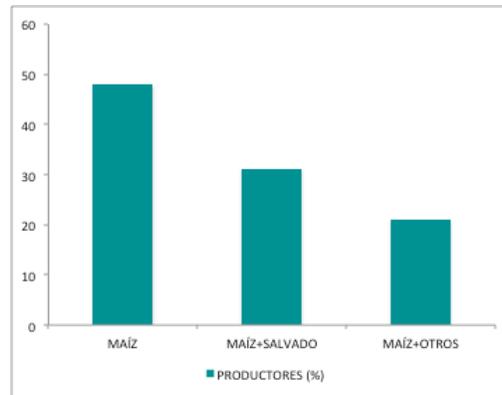


Figura 1. Principales ingredientes (granos) utilizados en la alimentación del guajolote de traspatio en Tlaxcala. Maíz+otros: Los otros incluyen trigo, avena, cebada, sorgo, calabaza y/o frijol.

Utilización de desperdicios de cocina. Acorde a las condiciones de producción del guajolote de traspatio en el estado de Tlaxcala, los desperdicios de cocina son utilizados por el 92% de los productores encuestados (Figura 2); el 27% de ellos proporciona como desperdicio solamente los sobrantes de tortilla del consumo humano, ya sea en forma dura o remojada. Este desperdicio es una importante fuente de calcio para las parvadas, el cual apoya como complemento su alimentación basada en granos y pastoreo. La tortilla, además de que contribuye a proporcionar gran parte de la energía necesaria por su alto contenido de hidratos de carbono, es rica en calcio, fibra y potasio (Cruz y Verdalet, 2007).

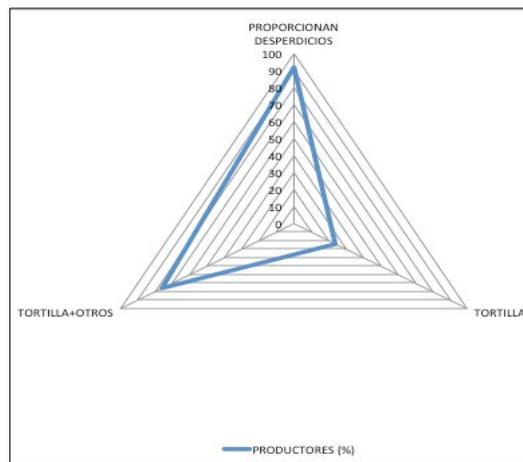


Figura 2. Uso de desperdicios de cocina como parte del manejo nutricional del guajolote de traspatio en el estado de Tlaxcala. Tortilla+otros, incluye además de la tortilla verdura, alfalfa, fruta, pan, leche, masa, frijol, sopa, papas, peras, jitomate, etc.

Inclusión de alimentos balanceados. El alimento balanceado comercial, muy pocas veces se les incluye en la dieta de los guajolotes adultos; una de las razones principales de esta situación es el elevado costo que tiene en las comunidades rurales, además del alto consumo de alimento y la poca habilidad que tiene el guajolote adulto para transformarlo a carne (Camacho-Escobar *et al.*, s/f); lo anterior concuerda con los resultados obtenidos en la información de las encuestas aplicadas en el estado de Tlaxcala, ya que sí se utiliza alimento balanceado, pero en su mayoría se proporciona solamente como parte de la dieta de los pavipollos ya sea solo o combinado con maíz molido o salvado, esto con la finalidad de acelerar el crecimiento de los mismos y de esta manera evitar la pérdida de individuos por mortalidad en las etapas tempranas de vida en las cuales son más susceptibles a enfermedades y muerte. Posteriormente, alrededor de los 45 días en promedio ya se les alimenta con granos, maíz y/o desperdicios de cocina, además del pastoreo. De acuerdo con la información obtenida en las encuestas aplicadas el 88% de los productores incluye alimento balanceado en la alimentación de los pavipollos (Figura 3); sin embargo, ninguno de ellos tiene idea del contenido de proteína, energía ó minerales que se está incluyendo como parte de la nutrición de las parvadas. Además de que un porcentaje significativo de los productores incluye alimento balanceado que no es especial para la dieta de los pavipollos (Figura 3). El costo de los alimentos balanceados utilizados por los productores entrevistados oscila entre entre \$4.00 y \$20.00 el kilogramo.

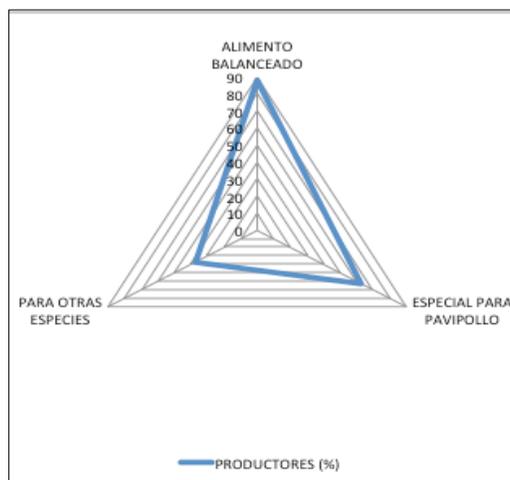


Figura 3. Alimento balanceado como parte del manejo nutricional de los pavipollos en el sistema de producción de traspatio (micro-productor) en el estado de Tlaxcala.

Para otras especies: porcinos, pollos, etc.

Pastoreo de guajolotes. Los guajolotes de traspatio, son aves omnívoras, que están adaptadas a vivir sobre el suelo, lugar donde encuentran sus alimentos naturales, como son los gusanos, insectos, lombrices, pequeños tubérculos, semillas y material vegetal; las patas que poseen cuatro dedos, están adaptadas para arañar o rascar el suelo; esta parte de su etología y conducta, implica que el comportamiento de hurgar y explorar, son cualidades que tienen muy desarrolladas y las tienen altamente motivadas para realizarlo, tanto que picotean el suelo, incluso cuando se les proporciona el alimento adecuado (Barroeta *et al.*, s/f). Cabe señalar, que es muy importante que el forraje que consumen los guajolotes en pastoreo preferentemente debe ser joven y tierno, situación por la cual en algunos países se combina el pastoreo de rumiantes con aves para mantener el pasto corto y joven, un pastizal perenne policultural con múltiples especies de leguminosas y pastos puede ser lo ideal (USAID, 2006). Al revisar la información obtenida con

la aplicación de las encuestas a productores de guajolote de traspatio en Tlaxcala, se encontró que un 72% de ellos lleva a cabo el pastoreo de sus parvadas (Figura 4); así mismo de esos productores un porcentaje mayor a 50% (Figura 4) realiza el pastoreo de manera diaria y continua y el resto pastorea a sus animales solamente unos días a la semana.

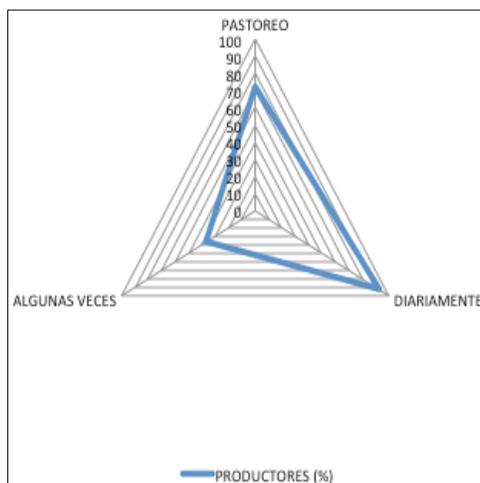


Figura 4. Pastoreo de guajolotes por productores del sistema traspatio (micro-productor) en el estado de Tlaxcala.

Conclusiones

Es de importancia relevante destacar que el manejo nutricional del guajolote de traspatio en el estado de Tlaxcala, se lleva a cabo en condiciones rústicas, ya que además de incluir en la dieta de los animales los desperdicios de cocina, los granos y cereales, también se utilizan alimentos balanceados, solo que en este caso los productores desconocen la composición nutricional de los alimentos utilizados y en varios casos incluyen alimentos que no son propiamente para guajolote (porcinos, pollos, etc.). Por tal motivo se requiere que a los productores se les capacite entre otras áreas en la nutrición de los guajolotes en sus diferentes etapas, puesto que en cada una de ellas los requerimientos son distintos; claro está que estas capacitaciones deben ir encaminadas a un manejo nutricional adecuado, sin dejar de lado la inclusión de los componentes que ya se vienen utilizando, con la finalidad de conservar el sabor característico de la carne producida de un guajolote en el sistema de traspatio (micro-productor) .

Literatura Citada

- Barroeta, A. C., Izquierdo, D. y P. J. F. s/f. Manual de avicultura. UAB. Department de Ciencia Animal I dels aliments. 62 Pp.
- Camacho-Escobar, M. A., Ramírez-Cancino, L., Hernández-Sánchez, V., Arroyo-Ledezma, J. Sánchez-Bernal, EI. y Magaña-Sevilla, HF. s/f. Guajolotes de traspatio en el tropico de México: 2. Alimentación, sanidad y medicina etnoveterinaria. Disponible en: <http://bibliotecas.umar.mx/publicaciones/Guajolotes%20de%20traspatio%202.pdf> Consultado el 25 julio de 2012.
- Chávez, C. F y Luengas, L. R. 2007. Manual de Ganado bovino de angorda y aves de traspatio. Disponible en: <http://www.infolactea.com/descargas/biblioteca/430.pdf>. Consultado 25 julio de 2012.
- Cruz, H. E. y Verdalet, G. I. 2007. La tortilla de maíz: una tradición muy nutritive. Revista de Divulgación científica y tecnológico de la Universidad veracruzana. Vol. 20 Núm. 3. Septiembre-Diciembre. Pp. 15-16.
- Díaz, G. A. M. 1975. Programa Nacional de Meleagricultura. In: Memorias de la Primera Reunión Anual. SAG. Dirección General de Avicultura y Especies Menores. México, D. F. 29 de Julio al 5 de Agosto. P 54-56.

- Henson, E. L. 1992. In situ conservation of livestock and poultry. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 112 Pp.
- Jérez, S. M. P., Herrera, H. J. G., y Vázquez, D. M. A. 1994. La gallina criolla en los Valles Centrales de Oaxaca. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 23 de Oaxaca. Centro de Investigación y Graduados Agropecuarios. Oaxaca, México. 89 Pp.
- López, H. 2005. Con concentrados caseros mejore la alimentación de sus aves y aumente la producción. FAO: Serie Divulgativa. PESA-Honduras. 12 Pp.
- Quintana, L. J. A. 2003. Avitecnia: Manejo de las aves domesticas más communes. Tercera edición. Ed. Trillas. México, D. F. 384 Pp.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2003. Informe sobre la situación de los Recursos Genéticos Pecuarios (RGP) en México. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/FTP/infofao.pdf>. Consultado 25 julio de 2012.
- Trejo, G. E. 2011. El guajolote en México. Disponible en: <http://www.eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2011/01/12/guajolote-Mexico>. Consultado 27 julio de 2012.
- Unión Nacional de Avicultores (UNA). 2005. Monografía. Disponible en: <http://www.una.org.mx/monografia>. Consultado 25 julio de 2012.
- USAID. 2006. Estudio Técnico y financiero sobre la capacidad de producción de pavos para implementar un proyecto de exportación. San Salvador, El Salvador. 41 Pp. Disponible http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADX538.pdf. Consultado 27 julio de 2012.
- Villamar, A. L. y Guzmán, V. H. 2006. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de Guajolote (pavo) en México 2006. Coordinación General de Ganadería. SAGARPA. 53 Pp. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg>. Consultado 27 julio de 2012.

INFLUENCIA DEL SEXO EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE PAVOS (*Meleagris gallopavo*) COMERCIALES

Gerardo Méndez¹, J. Arturo García² y E. Alva³

¹Estudiante de posgrado de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Periférico Francisco R. Almada, km 1. Colonia Zootecnia, Chihuahua, Chihuahua. CP. 31031. meza02@gmail.com

²Profesor-Investigador. Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Periférico Francisco R. Almada, km 1. Colonia Zootecnia, Chihuahua, Chihuahua. CP. 31031. jgarci@uach.mx

³Estudiante de licenciatura egresado de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Periférico Francisco R. Almada, km 1. Colonia Zootecnia, Chihuahua, Chihuahua. CP. 31031. estrada_alva@hotmail.com

Resumen

El sexo de las aves influye en el comportamiento productivo y las características de la canal. El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia del sexo de los pavos (*Meleagris gallopavo*) comerciales sobre el peso y rendimiento de la canal procesada. Para lo cual se evaluaron 40 pavos (20 machos y 20 hembras) seleccionados al azar de una población de 150 aves. Alimentados bajo una misma dieta que cubrió los requerimientos nutricionales de acuerdo a la NRC (1994) durante cinco meses de engorda. Los pavos al sacrificio se les determinaron el peso vivo, así como los pesos de la canal caliente, canal fría, el peso de la canal inyectada, canal curada y ahumada, y finalmente los rendimientos de los pesos relativos obtenidos del sacrificio de los pavos. Fueron encontradas diferencias significativas entre los pavos machos y hembras ($P < 0.05$) tanto en los pesos de las canales como sus rendimientos, excepto el rendimiento de la canal ahumada ($P > 0.05$). Los machos presentaron los pesos más altos de las canales que las hembras, superior a 2.5 kg; en caso contrario, los rendimientos de las canales fueron más altos para las hembras, aproximadamente 2%. Concluimos que el sexo de los pavos tuvo efecto en la obtención de los rendimientos y pesos de las canales procesadas.

Palabras clave: pavos, peso, rendimiento, hembras, machos, canal.

Abstract

The sex of poultry influences on growth performance and carcass characteristics. The aim of this study was to determine the influence of sex of turkeys (*Meleagris gallopavo*) commercial on weight and carcass processing. Which were evaluated for 40 turkeys (20 males and 20 females) randomly selected from a population of 150 birds. Fed the same diet under covering nutritional requirements according to NRC (1994) for five months of fattening. The turkeys were determined slaughter live weight and carcass weights of hot carcass, cold carcass, the carcass weight injected, smoked cured canal, and finally yields the relative weights obtained from the slaughter of turkeys. Significant differences were found between male and female turkeys ($P < 0.05$) in both the weights of the channels and their yields, except the smoked carcass yield ($P > 0.05$). Males had higher weights of carcasses than females, more than 2.5 kg, otherwise, the yields of carcasses were higher for females, about 2%. We conclude that the sex of the turkey took effect in obtaining yields and weights of carcasses processed.

Keywords: turkey, weight, performance, females, males, carcass.

Introducción

La avicultura en México es una actividad especializada en el dinamismo y eficiencia, siendo el guajolote o pavo uno de los primeros animales domesticados en México (Canul *et al.*, 2011), y ha sido importante en la alimentación humana como fuente de proteína de origen animal y bajo costo en el mercado (Laudadio *et al.*, 2009). Hoy en día, una contribución a esto es la cría y explotación de los pavos (*Meleagris gallopavo*) con la obtención de su carne para comercializarla como carne fresca, ahumada o productos embutidos. La carne de pavo, considerada como carne blanca, ha tomado importancia por ser baja en grasa y una fuente de proteínas y minerales como el sodio, potasio y hierro, que son puntos de selección del consumidor al considerarla como saludable (Ferreira *et al.*, 2000). El incremento de la demanda de productos procesados de pavo componen una gran proporción en el mercado actual por los consumidores, y han desplazado la venta de pavos enteros o en canal (Owens *et al.*, 2000).

En este sentido, la mayoría de los productores buscan influir sobre la tasa de crecimiento, y disminuir la edad al sacrificio, la composición de la canal, en relación de un mejor rendimiento en carne (Tůmová *et al.*, 2002; Havenstein *et al.*, 2007). Por lo que es importante conocer los factores que influyen en el comportamiento productivo, en el rendimiento y en las características de la canal de esta especie (Nestor *et al.*, 2005; Laudadio *et al.*, 2009). Por ejemplo, el rendimiento de la canal varía considerablemente aún con el control del tipo de raza, el sexo, la edad, la alimentación y el medio ambiente en el periodo de engorda de los pavos (Veldkamp *et al.*, 2000).

Sikur *et al.* (2004) mencionaron que la separación por sexo en la producción avícola comercial es raramente practicada para optimizar la eficiencia alimenticia y mercadeo tanto de hembras como de machos con relación al peso vivo. Algunas investigaciones se han realizado para estudiar las características de la canal de pavos machos y hembras (Shalev y Pasternak, 1998; Veldkamp *et al.*, 2000; Sikur *et al.*, 2004; Rivera-Torres *et al.*, 2011); no obstante, aún se requiere conocer información de las características del procesado de pavos respecto a su género. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar la influencia del sexo de los pavos (*Meleagris gallopavo*) comerciales sobre el peso y rendimiento de la canal procesada.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la granja avícola el Muchacho Alegre y en la empresa Productos Ahumados San Pablo del estado de Chihuahua, Chih. Se utilizaron 150 aves de línea comercial genética mediana Americana Orlopp de un día de edad y llevados a sacrificio a las 13 (machos) y 14 semanas (hembras) a los cuales se utilizó una muestra completamente al azar de 40 pavos (20 machos y 20 hembras) y el procesamiento de éstos involucró 13 días; el tiempo de sacrificio de los pavos de esta investigación reflejó el proceso que realiza la industria para la obtención de las canales y su procesado. La engorda de la parvada se realizó en una caseta convencional de piso de concreto y viruta de aserrín como material absorbente. Se empleó alimento iniciador de pollo durante la etapa de crecimiento y alimento finalizador (Comercial Sabamex) proporcionado *ad libitum* en el último mes de engorda cumpliendo con los requerimientos nutricionales de acuerdo a NRC (1994). Antes del inicio del sacrificio, los pavos fueron sometidos a 12 h de ayuno y mantenidos con agua solamente.

Cada pavo fue identificado individualmente, en una pata, con una placa de acero inoxidable y se tomó el peso vivo en kg (PV) en una báscula (Torrey PCR). Para el proceso de sacrificio, se siguió la NOM-033-ZOO-1995, posteriormente se escaldó (60° C por 1 min), desplumó y

evisceró; después se tomó el peso de la canal caliente (PCC). Las canales se sometieron a un enfriado de agua con hielo y se refrigeraron a 4° C por 24 h; y posteriormente se pesó la canal fría (PCF) para obtener el rendimiento de la canal fría (RCF).

La salmuera se inyectó a una presión de 4 kg cm⁻² mediante el método de punción con una inyectora manual (UltraSource[®]) de una aguja atomizante en las piernas, la pechuga, las alas, cadera y espalda, registrando el peso de la salmuera inyectada y el peso de la canal inyectada (PCI) para obtener el rendimiento de inyectado (RI); después, las canales fueron sumergidas en salmuera en unos contenedores durante 12 h para obtener el peso de la canal curada (PC) y rendimiento del curado (RC). La formulación de la salmuera se elaboró para 100 L y sus componentes fueron: sal (4.0 kg), polvo praga (2.0 kg), azúcar (1.0 kg), vegamina (0.5 kg), fosfatos (3.0 kg), hielo (2.0 kg) y agua (80.0 L).

Ahumado. Posterior al proceso de inyección de la salmuera, las canales se enfundaron en estoquinate (malla de algodón) para colocarlas en el horno-ahumador industrial (Grand Prize[™] 3 UltraSource[®]) durante 8 h o al tiempo en el cual las canales llegaron a una temperatura interna de 60° C; asimismo, las canales se pre-enfriaron a una temperatura de 8° C. Se registró el peso de la canal ahumada (PCA) y el peso de la canal fría ahumada (PCFA) en kg, el rendimiento de ahumado (RA), y el por ciento de las mermas (PM).

Análisis estadístico. La técnica del modelo lineal general fue usada para estimar el efecto del sexo de los pavos en los pesos y rendimientos determinados; se obtuvieron las medias con sus desviaciones estándar de las variables evaluadas y comparadas mediante la prueba de tukey. Los análisis estadísticos fueron ejecutados mediante el programa SAS (2002) usando un nivel de significancia de 0.05.

Resultados y Discusión

En el procesamiento de los pavos, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre Hembras y Machos en las variables de los pesos de la canal y sus rendimientos (Cuadro 1); excepto para RA ($P > 0.05$). Los valores de todos los pesos fueron mayores en los machos que en las hembras; sin embargo, en los rendimientos no se observó el mismo comportamiento porque RI, RC y PMCur fueron más altos en pavos hembras que en los machos, con una diferencia aproximada de dos unidades. Similares comportamientos fueron encontrados por Ersoy *et al.* (2006); ellos encontraron pesos de pavos machos de 9.72 ± 0.97 kg y en hembras 6.03 ± 0.32 kg en 24 semanas y atribuyeron estas diferencias a que los machos alcanzan su máxima tasa de crecimiento más rápido que las hembras. Boling y Firman (1998) señalaron que la mejora en la eficiencia de la ganancia de peso está en función del peso de los pavos en la edad joven tanto de las hembras como de los machos, y en base a esto pueden aumentar o decrecer los requerimientos de energía en función del peso vivo. Por lo que las características de la canal de los pavos dependen de la capacidad de ellos para la deposición del tejido magro (Firman y Boling, 1998; Firman, 2004).

Cuadro 1. Medias con su desviación estándar y significancia de las características de la canal y rendimientos en pavos

Variable	Pavo		P
	Hembra	Macho	
PV**	11.00 ± 0.75 ^b	13.72 ± 0.64 ^a	<.0001
PCC	8.76 ± 0.56 ^b	10.82 ± 0.60 ^a	<.0001
PCF	8.70 ± 0.50 ^b	11.12 ± 0.57 ^a	<.0001
PCI	12.65 ± 0.80 ^b	15.61 ± 1.15 ^a	<.0001
PCCur	10.41 ± 0.68 ^b	13.01 ± 0.75 ^a	<.0001
PCA	8.19 ± 0.49 ^b	10.39 ± 0.72 ^a	<.0001
PCFA	8.01 ± 0.46 ^b	10.26 ± 0.70 ^a	<.0001
RCF	79.18 ± 2.38 ^b	81.02 ± 1.58 ^a	0.0066
RI	45.40 ± 3.51 ^a	40.38 ± 7.58 ^b	0.0106
RC	19.68 ± 3.53 ^a	17.03 ± 2.96 ^b	0.0142
RA	-5.85 ± 3.35 ^a	-6.64 ± 2.87 ^a	0.4287
PMCur	-2.13 ± 1.14 ^b	-1.20 ± 0.17 ^a	0.0009

*Medias con la misma letra en la fila no son significativamente diferentes

**PV = peso vivo; PCC = peso de la canal caliente; PCF = peso de la canal fría; PCI = peso de la canal inyectada; PCCur = peso de la canal curada; PCA = peso de la canal ahumada; PCFA = peso de la canal fría ahumada; RCF = rendimiento de la canal fría; RI = rendimiento de inyectado; RC = rendimiento del curado; RA = rendimiento de ahumado; PMCur = por ciento de las mermas del curado

En la Figura 1 se observan los valores encontrados entre los pesos promedio de pavos machos y hembras, resaltando las canales: calientes y frías, canales inyectadas, y canales curadas y ahumadas; el PV (13.7%) y PCI (15.6%) que fueron 3.5 kg más en los pavos machos que en las hembras así como en el PCC (10.8%), PCF (11.1%), PCCur (13%), PCA (10.3%) y PCFA (10.2%) donde se obtuvieron 2.0 kg más en los machos respecto a las hembras. Pool *et al.* (2009) encontraron pesos de canal de 9.8 kg y señalaron que la estimulación de cambios en el tejido muscular se debe a factores extra-musculares como el aumento del flujo sanguíneo y la absorción de aminoácidos tanto en pavos machos y hembras. Tůmová *et al.* (2002) encontraron pesos vivos de 9.03 ± 2.91 kg.

Resultados cercanos fueron encontrados por Veldkamp *et al.* (2000) porque obtuvieron pesos vivo de 15.37 kg y pesos de canal fría de 11.21 kg en pavos machos e indicaron que la cantidad de aminoácidos en la dieta influye en el comportamiento productivo de los pavos. Por otra parte, Sikur *et al.* (2004) mencionaron que la conversión alimenticia puede ser afectada por muchos factores como la raza, el género (Rivera-Torres *et al.*, 2011), el medio ambiente, el tipo de alimento, la ingesta, edad del ave y su respuesta inmune, y directamente relacionado con la producción de carne en pavos tanto en hembras como en machos; ellos encontraron pesos de 9.22 kg y de 8.42 kg en hembras a los 170 días de engorda.

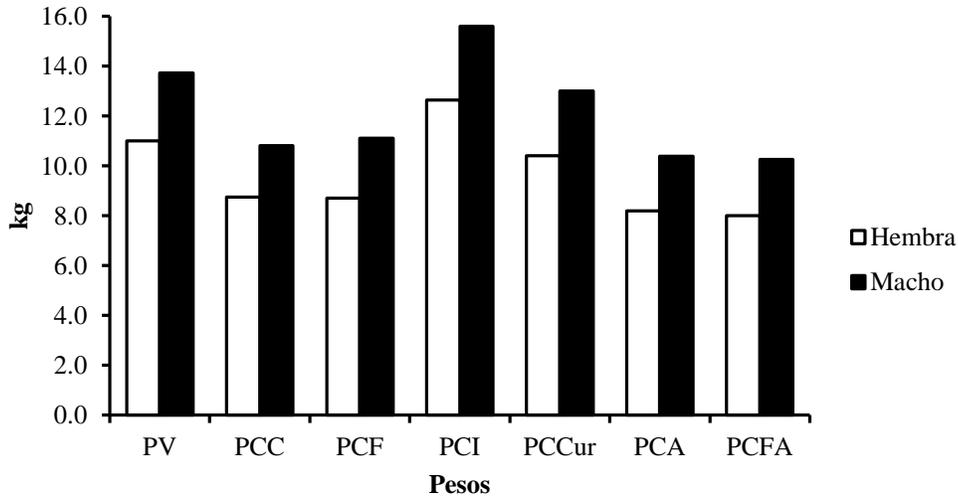


Figura 1. Influencia del sexo de los pavos en los pesos del procesado

PV = peso vivo; PCC = peso de la canal caliente; PCF = peso de la canal fría; PCI = peso de la canal inyectada; PCCur = peso de la canal curada; PCA = peso de la canal ahumada; PCFA = peso de la canal fría ahumada.

El número de fibras es relacionado con los cambios durante el crecimiento y los animales de granja tienen más rápido desarrollo de fibras musculares que otras razas de crecimiento; dentro de las razas, el número de fibras podría incrementarse con el aumento promedio de la ganancia diaria y la relación ganancia-alimento. La sección transversal de la fibra muscular aumenta con la edad en las aves y las fibras con diámetros más pequeños pueden permitir una más alta densidad de compactación de las mismas e incrementa la dureza de la carne (Dransfield y Sosnicki, 1998). Estos resultados podrían explicar las variaciones encontradas en PCI, PCCur, PCA y PCFA más altos de los pavos machos sobre las hembras, porque los machos alcanzan en un periodo corto su tasa máxima de crecimiento lo que implica una mayor conversión alimenticia y el aumento de peso debido al rápido desarrollo de las fibras musculares.

En los rendimientos obtenidos del procesamiento de los pavos, la Figura 2 muestra las diferencias encontradas entre el sexo de los pavos; el porcentaje de RI (45%), RC (19%) y PMCur (2%) fueron más altos en las hembras que en los machos, no así para RCF porque fue más alto en los pavos machos con aproximadamente 80%. El dimorfismo sexual es una importante característica de los pavos que difiere en la ingesta de alimento y el crecimiento; este comportamiento entre géneros resulta en diferencias en la utilización de energía y puede afectar la partición y los requerimientos de los nutrientes (Rivera-Torres *et al.*, 2011). Shalev y Pasternak (1998) encontraron que el gasto para mantener la energía fue de 5.0% a 8.0% más bajo en hembras que en el crecimiento de los pavos machos; asimismo, Rivera-Torres *et al.* (2011) indicaron que las diferencias en la utilización de energía entre pavos machos y hembras son debidas principalmente a la ganancia de peso vivo, que resulta influir en el peso de sacrificio y en este caso afectar directamente el rendimiento de la canal fría y de procesado. Inclusive, estos autores explicaron que la energía metabolizable (EM) para machos fue de 433.0 kJ y 365.0 kJ en hembras por kg de peso del pavo, representando el 9% de ingesta de EM en siete semanas e incrementa 25% y 15% a las 16 semanas en pavos machos y hembras, donde alcanzan la madurez sexual.

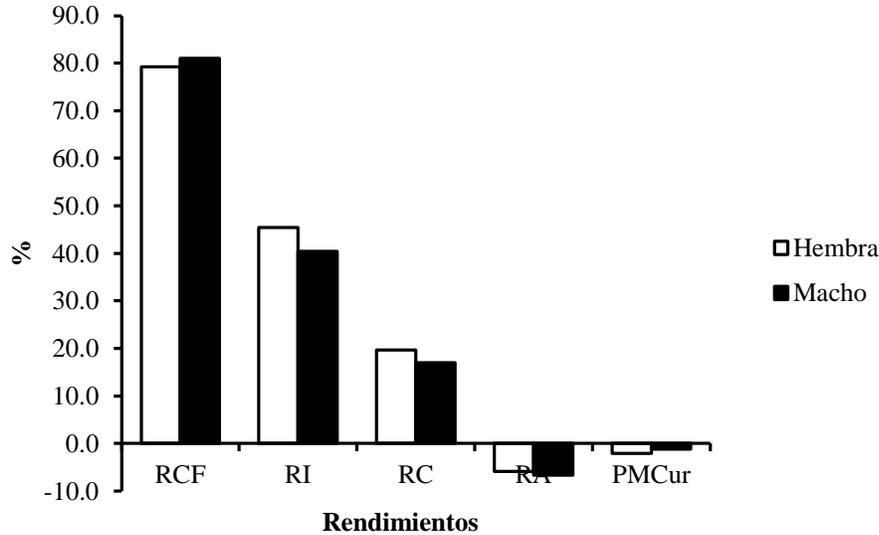


Figura 2. Influencia del sexo de los pavos en los rendimientos del procesado de las canales.

RCF = rendimiento de la canal fría; RI = rendimiento de inyectado; RC = rendimiento del curado; RA = rendimiento de ahumado; PMCure = por ciento de las mermas del curado.

Los problemas con la calidad de la carne de pavo puede ser el resultado de cambios en la morfología y bioquímica del músculo con la consecuencia final en defectos de la fibra muscular como la carne PSE o daños a los músculos (Velleman *et al.*, 2003) porque aumentan con la edad de los pavos (Wilson *et al.*, 1990), y como el musculo pectoral del pavo está compuesto de fibras musculares glicolíticas tipo II, resulta en la formación de ácido láctico por metabolismo anaeróbico y decrece el pH. Además, el estrés por calor acelera la declinación del pH post *mortem* (Mckee y Sams, 1997) y provoca carne más pálida que eleva la pérdida por cocción, así como las temperaturas de refrigeración inadecuadas (< 20° C) forma en una carne más clara con una alta pérdida por goteo y por cocción (Owens *et al.*, 2000). Esto podría explicar como el RI, RC y PMCure resultó ser mayor en las hembras debido posiblemente a que el estrés puede afectar el pH de la carne que favorece el inyectado y el curado pero el porcentaje de las mermas fue mayor en hembras (Figura 2).

Conclusiones

El sexo de los pavos influyó en el peso vivo, el peso de la canal caliente y fría de las canales; además en los pesos de la canal inyectada, curada y ahumada. Fue mayor en los pavos machos que en las hembras. Los rendimientos de la canal inyectada, curada y las mermas fueron mayores en las hembras, no así en el rendimiento de la canal fría.

Literatura Citada

- Boling, S. D., y J. D. Firman. 1998. Digestible lysine requirement of female turkeys during the starter period. *Poultry Science* 77:547-551.
- Canul, S. M., V. A. Sierra, S. L. Durán, B. R. Zamora, O. J. Ortiz, y D. O. Mena. 2011. Caracterización del sistema de explotación del *Meleagris gallopavo* en el centro y sur de Yucatán, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 1:288-291.
- Dransfield, W., y A. A. Sosnicki. 1998. Relationship Between Muscle Growth and Poultry Meat Quality. *Poultry Science* 78:743-746.

- Ersoy, I. E., M. Mendes, y S. Aktan. 2006. Growth curve establishment for American Bronze turkeys. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 49(3):293-299.
- Ferreira, M. M. C., M. A. Morgano, S. C. N. de Queiroz, y D. M. B. Mantovani. 2000. Relationships of the minerals and fatty acid contents in processed turkey meat products. *Food Chemistry* 69:259-265.
- Firman, J. D., y S. D. Boling. 1998. Ideal Protein in Turkeys. *Poultry Science* 77:105-110.
- Firman, J. 2004. Digestible Lysine Requirement of male Turkeys in their first six weeks. *International Journal of Poultry Science* 3(6):373-377.
- Havenstein, G. B., P. R. Ferket, J. L. Grimes, M. A. Qureshi, y K. E. Nestor. 2007. Comparison of the performance of 1966-versus 2003-type turkeys when fed representative 1966 and 2003 turkey diets: growth rate, livability, and feed conversion. *Poultry Science* 86:232-240.
- Laudadio, V., V. Tufarelli, M. Dario, F. P. D'Emilio, y A. Vicenti. 2009. Growth performance and carcass characteristics of female turkeys as affected by feeding programs. *Poultry Science* 88:805-810.
- McKee, S. R., y A. R. Sams. 1997. The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat. *Poultry Science* 76:1616-1620.
- Nestor, K. E., J. W. Anderson, y S. G. Velleman. 2005. Genetic variation in pure lines and crosses of large-bodied turkey lines. 2. Carcass traits and body shape. *Poultry Science* 80:1093-1104.
- Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Disponible en: <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/consultasAction.do>
- NRC. Nutrient requirements of poultry. 1994. National Academy Press.
- Owens, C. M., E. M. Hirschler, S. R. McKee, R. Martinez-Dawson, y A. R. Sams. 2000. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. *Poultry Science* 79:553-558.
- Pool, O. A., R. R. Santos, H. M. Carvajal, L. G. Medrano, y C. J. Segura. 2009. Efecto del nivel de clorhidrato de ractopamina y proteína en la dieta sobre el desempeño productivo y rendimiento en canal de pavos comerciales. *Vet. Méx.* 40(3):247-254.
- Rivera-Torres, V., J. Noblet, S. Dubois, y J. van Milgen. 2011. Dynamics of energy utilization in male and female turkeys during growth. *Animal* 5(2):202-210.
- SAS Institute. 2002. SAS/STAT User's Guide. SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.
- Shalev, B. A., y H. Pasternak. 1998. The relative energy requirement of male vs female broilers and turkeys. *Poultry Science* 77:859-863.
- Sikur, V. R., F. E. Robinson, D. R. Korver, R. A. Renema, y M. J. Zuidhof. 2004. Effects of nutrient density on growth and carcass traits in fast- and slow-feathering female turkeys. *Poultry Science* 83:1507-1517.
- Tůmová, E., M. Skřivan, V. Skřivanová, y L. Kacerovská. 2002. Effect of early feed restriction on growth in broiler chickens, turkeys and rabbits. *Czech J. Anim. Sci.* 47(10):418-428.
- Veldkamp, T., R. P. Kwakkel, P. R. Ferket, P. C. M. Simons, J. P. T. M. Noordhuizen, y A. Pijpers. 2000. Effects of ambient temperature, arginine-to-lysine ratio, and electrolyte balance on performance, carcass, and blood parameters in commercial male turkeys. *Poultry Science* 79:1608-1616.
- Velleman, S. G., J. W. Anderson, C. S. Coy, y K. E. Nestor. 2003. Effect of selection for growth rate on muscle damage during turkey breast muscle development. *Poultry Science* 82:1069-1074.
- Waldroup, P. W., N. B. Anthony, y A. L. Waldroup. 1998. Effects of amino acid restriction during starter and grower periods on subsequent performance and incidence of leg disorders in two strains of male Large white turkeys. *Poultry Science* 77:702-713.
- Wilson, B. W., P. S. Nieberg, y R. J. Buhr. 1990. Turkey muscle growth and focal myopathy. *Poultry Science* 69:1553-1562.

DESEMPEÑO PRODUCTIVO E INCIDENCIA DE DIARREAS EN LECHONES DESTETADOS

GROWTH PERFORMANCE AND DIARRHEA INCIDENCE ON WEANING PIGLETS

Dalila Pérez, Nely Ibarra, Edgar Yocupicio, Gilberto Castillo, Néstor Arce, Adriana Morales,
Miguel Cervantes y Benedicto Araiza

Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas. benedictoaraiza@yahoo.com

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento productivo y el índice de diarrea (ID) en lechones durante 3 semanas postdestete. Se utilizaron 102 lechones (Landrace-Duroc), ambos sexos, destetados de 28 ± 2.5 días de edad, con peso de 8.24 ± 1.73 kg. El estudio consistió en dos fases, para ambas, las dietas utilizadas fueron base trigo-pasta de soya con harina de pescado en la primera fase (F1) y en la segunda fase (F2) base trigo-pasta de soya-harina de carne y hueso. Con base a los datos de ambas fases se observa que en la primera semana postdestete se obtuvo una ganancia diaria de peso (GDP) de 88 g, y se incrementó a 325 y 510 g en la semana 2 y 3, respectivamente. La eficiencia alimenticia (EA) en la primera semana fue de 0.322 y se mejoró a 0.778 y 0.763 las siguientes 2 semanas. En el análisis de regresión el consumo diario de alimento (CDA) mostró comportamiento cuadrático ($P = 0.001$), los primeros 4 días postdestete promedió 172 g y en la semana 2 y 3 postdestete fue de 421 y 674 g, respectivamente. El mayor ID se observó entre los días 5 y 12 con valores que oscilan entre 0.95 y 1.46 (análisis de regresión, respuesta cúbica, $P = 0.001$). En conclusión, la primera semana postdestete es la más crítica, el bajo CDA de los primeros 4 días postdestete repercute en baja GDP y EA. El índice de diarrea más alto se presentó del día 5 al 12 postdestete.

Palabras clave: Lechones, destete, incidencia de diarrea.

Introducción

El desempeño de los lechones a temprana edad puede estar afectado por factores como: instalaciones, salud, genotipo, factores sociales, calidad y composición del alimento y del agua (Reis *et al.*, 2005). El destete de los lechones por lo general se lleva a cabo entre la 3ª y 4ª semana de vida, esta práctica da lugar a profundas tensiones sociales y estrés debido al transporte de animales desde el lugar de nacimiento a naves de destete y también al mezclado de lechones de diferentes camadas en un corral (Lallès *et al.*, 2004). Desde un punto de vista nutricional el destete implica un cambio en la dieta, usualmente proporcionada en forma seca, en una edad cuando la mayoría de los lechones tiene poca experiencia con alimentos sólidos (Bruininx *et al.*, 2001). Los lechones en la primera semana postdestete usualmente pierden peso, consumen poco alimento y presentan diarrea (Pluske *et al.*, 1997). La diarrea está asociada a un desequilibrio de la microflora intestinal, la cual tiene gran influencia en los procesos del tracto gastrointestinal. El grado de madurez del intestino afecta la digestibilidad de los nutrientes, la eficiencia alimenticia y la resistencia a enfermedades (Barszcz y Skomial, 2011). El objetivo del presente estudio fue

evaluar, por un periodo de tres semanas, el comportamiento productivo de lechones recién destetados con el fin de determinar la evolución del impacto negativo del estrés provocado en este periodo y con ello plantear estrategias para disminuir la incidencia de diarreas y mejorar su desempeño productivo.

Materiales y Métodos

Se utilizaron 102 lechones cruzados (Landrace/Duroc) ambos sexos, obtenidos inmediatamente después del destete a 28 ± 2.5 d de edad de la Unidad Experimental Porcina, del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Los cerdos se alojaron en jaulas (1.1×1.5 m) con piso elevado y plastificado, equipados con comedero de acero inoxidable de cuatro bocas, y bebedero automático tipo chupón de baja presión. La unidad de destete está equipada con calefactores eléctricos de resistencia para mantener temperatura de confort para la edad de los animales (30 a 32°C). El estudio consistió en dos fases, en la primera (F1) se ofreció dieta base trigo-pasta de soya-harina de pescado y en la segunda (F2) se ofreció dieta base trigo-pasta de soya-harina de carne y hueso; en ambos casos se cubrió con el requerimiento nutricional para cerdos de 5 a 10 kg de peso recomendado por NRC de 1998 (23% PC, 3,400 kcal/ kg de ED y 1.35% Lis en base total). El agua y el alimento se ofrecieron *ad libitum*. En la F1 se utilizaron 60 lechones con peso inicial promedio de 7.72 ± 1.6 kg y en la F2 se utilizaron 42 lechones con peso inicial promedio de 8.97 ± 1.7 , en ambos casos se distribuyeron 3 lechones por corral (peso similar, camada distinta, ambos sexos) evaluándose un total de 34 corrales en el estudio. Las variables de respuesta evaluadas fueron: consumo diario de alimento (CDA), incidencia diaria de diarrea (ID) (consistencia de las heces: 0 = normal, 1 = poca diarrea, 2 = diarrea moderada, y 3 = diarrea severa; Ball y Aherne, 1987), ganancia diaria de peso (GDP) y eficiencia alimenticia (EA), estas últimas dos variables calculadas semanalmente mediante el registro del peso vivo (PV) individual y el consumo de alimento por corral. Los datos de las variables CDA e ID fueron sujetos a análisis de regresión (lineal, cuadrática y cúbica) utilizando el programa estadístico SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC) a nivel de significancia de $P < 0.05$.

Resultados y Discusión

El PV de los lechones fue de 8.24 ± 1.73 y 14.65 ± 3.06 kg al inicio y al final del estudio, respectivamente. Los resultados obtenidos para el comportamiento productivo se muestran en el Cuadro 1. La GDP en la primera semana fue de 88 g, lo que representa un 27 y 17% de la GDP obtenida en las semanas 2 y 3, el incremento en la GDP fue de 369 y 579%, en la semana 2 y 3 respectivamente. La EA en la primera semana postdestete fue de 322 g de ganancia de peso por cada kg de alimento consumido, lo cual representa un 41.7% de la EA obtenida en las semanas 2 y 3, obteniéndose una incremento en la EA de 239%.

Cuadro 1. Comportamiento productivo de los lechones en tres semanas postdestete, en dos fases del estudio.

FASE	SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3		
	GDP kg	CDA kg	EA	GDP kg	CDA kg	EA	GDP Kg	CDA kg	EA
1	0.031	0.160	0.100	0.315	0.387	0.813	0.498	0.649	0.775
2	0.171	0.252	0.637	0.339	0.470	0.727	0.527	0.708	0.746
Total	0.088	0.198	0.322	0.325	0.421	0.778	0.510	0.674	0.763

Los datos de CDA se sometieron a análisis de regresión (lineal, cuadrática y cúbica) (Cuadro 2). Se obtuvo tendencia lineal, cuadrática y cúbica ($P = 0.001$), la R^2 cuadrada se incrementa con la regresión cúbica ($R^2 = 0.6422$). El CDA los primeros 4 días fue de 174 g, los días 5 al 7 el CDA alcanzó 240 g, el promedio fue 198 g en la primer semana postdestete. En la segunda semana se observa un incremento en el CDA que va de 305 a 541 g del día 8 al 14 postdestete; se observa un aumento de 212% en esa variable. En la tercera semana postdestete se obtuvo un incremento en el CDA de 579 a 738 g los días 15 y 21 postdestete, respectivamente (Figura 1). Los datos de ID se sometieron a análisis de regresión (lineal, cuadrática y cúbica) (Cuadro 2). En este caso no se observó tendencia lineal ($P = 0.406$), pero si tendencia cuadrática y cúbica ($P=0.001$), aunque el modelo cúbico solo explica el 11.97% de la respuesta en el ID. Con base a los datos observados, los días con mayor ID son del 5 al 12 con valores entre 0.95 y 1.46 (Figura 1).

Cuadro 2. Análisis de regresión del consumo diario de alimento e índice de diarrea.

Consumo Diario de Alimento		<i>P</i>	R^2
LINEAL	$0.06577 + 0.033X_i$	0.0001	0.6353
CUADRÁTICA	$0.08707 + 0.02774X_i + 0.00024X_i^2$	0.0001	0.6362
CÚBICA	$0.16291 - 0.00745X_i - 0.00407X_i^2 - 0.00011X_i^3$	0.0001	0.6422
Índice de Diarrea			
LINEAL	$0.72395 + 0.00447X_i$	0.4061	0.0010
CUADRÁTICA	$0.149093 + 0.154431X_i + -.006816X_i^2$	0.0001	0.0667
CÚBICA	$0.55617 + 0.49962X_i - 0.04514X_i^2 + 0.001161X_i^3$	0.0001	0.1197

Lallès *et al.* (2004) mencionan que el efecto inmediato del destete es una reducción en el consumo de alimento que conduce a un decremento en el crecimiento. Boudry *et al.* (2004) sugieren que promoviendo un mayor consumo de alimento a inicios del destete podría ayudar a reducir los efectos negativos en el comportamiento productivo y la diarrea postdestete. Existen alternativas para incrementar el consumo de alimento como la propuesta por Kim *et al.* (2001) que consiste en proporcionar sustituto de leche líquido a los lechones para mantener el nivel de nutrientes y reducir el estrés postdestete y mantener con ello buen desarrollo de los lechones. El destete es un período crítico importante en la cría de cerdos, debido a que en esta etapa son más susceptibles a trastornos intestinales, infecciones y diarrea (Lallès *et al.*, 2004). Las bacterias también pueden alojarse en el tejido epitelial. La aparición de diarrea en lechones comúnmente se asocia a infecciones causadas por *Salmonella* spp. y *E. coli*, sin embargo pueden existir otros factores que provoquen la incidencia de diarrea como son los factores ambientales y el manejo (Hong *et al.*, 2006).

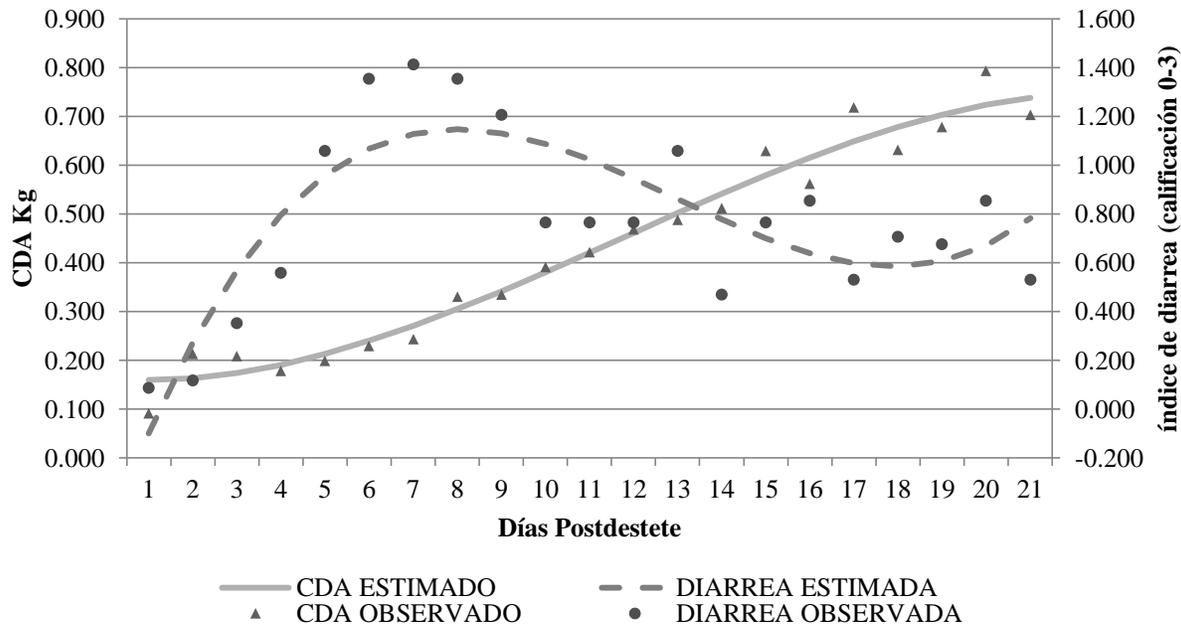


Figura 1. Consumo diario de alimento e índice de diarreas de cerdos destetados

Conclusiones

En este estudio se aprecia que la primera semana postdestete es crítica en el comportamiento productivo de los lechones bajo condiciones estándar de una granja. El bajo CDA los primeros 4 días postdestete repercute en la GDP y en la EA, las cuales tienen un potencial de mejora, al menos del doble, en esa primera semana postdestete. El índice de diarrea más alto se presentó del día 5 al 12 postdestete, no obstante el incremento del CDA se mejora paulatinamente en la segunda semana postdestete y con ello el desempeño productivo.

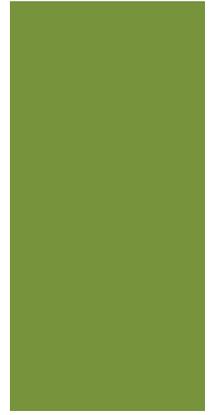
Con los resultados obtenidos en el presente trabajo se permitirá diseñar estrategias que ayuden a mejorar el consumo de alimento en la primera semana postdestete, disminuir la incidencia de diarreas y su efecto negativo en la atrofia de intestino. Como siguiente paso se evaluará el pH y su efecto en el contenido de enteropatógenos en la digesta del tracto gastrointestinal, y la morfología del intestino delgado en los días 0, 3, 7, 10 y 14 postdestete.

Literatura Citada

- Ball, R. O. and Aherne F. X.. 1987. Influence of dietary nutrient density, level of feed intake and weaning age on joyoung pigs. II. Apparent nutrient digestibility and incidence and severity of diarrhea. *Can. J. Anim. Sci.* 67:1105-1115.
- Barszcz M. and Skomial J. 2011. The development of the small intestine of piglets - chosen aspects. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 20: 3-15.
- Boudry, G.; Péron, V.; Huërou-Luron, I. L.; Lallés, J. P.; Seve, B. 2004. Weaning Induces Both Transient and Long-Lasting Modifications of Absorptive, Secretory, and Barrier Properties of Piglet Intestine. *J. Nutr.* 134: 2256-2262.

- Bruininx E.M., Peet-Schwering V., Schrama C.M.C. 2001. Individual feed intake of group housed weaned pigs and health status, in: Varley M.A., Wiseman J. (Eds.), *The Weaner Pig. Nutrition and Management*, CAB International, Wallingford, UK, pp. 113–122.
- Hong, T. T. T.; Linh, N. Q.; Ogle, B.; Linderberg, J. E. 2006. Survey on the prevalence of diarrhoea in pre-weaning piglets and on feeding systems as contributing risk factors in smallholdings in Central Vietnam. *Trop. Anim. Health Prod.* 38:397–405.
- Kim, J. H., K. N. Heo, J. Odle, I. K. Han and R. J. Harrell. 2001. Liquid diets accelerate the growth of early-weaned pigs and the effects are maintained to market weight. *J. Anim. Sci.* 79:427-434.
- Lallès J-P; G. Boudry; C. Favier; N. Le Floc'H; I. Luron; L. Montagne; I. P. Oswald; S. Pié; C. Piel; and B. Sève. 2004. Gut function and dysfunction in young pigs: physiology. *Anim. Res.* 53:301-316.
- NRC. 1998. Pages 111–123 in *Nutrient Requirements of Swine*. 10th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Pluske, J.R., D. J. Hampson, and I. H. Williams. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livestock Production Science* 51: 215-236.
- Reis, S. T. C., Guerrero, C. M. J, Aguilera, A. B. y Mariscal, L. G. 2005. Efecto de diferentes cereales sobre la morfología intestinal de lechones recién destetados. *Téc.Pecu. Méx.* 43(3): 309-321.
- SAS. 1990. *SAS/STAT User's Guide* (Release 6.03). SAS Inst. Inc., Cary, NC.

OTRAS



AVANCES DE LA ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN EN LAS UPP DE LA SCC LA FRESNILLENSE

Ramón Gutiérrez Luna¹, Guillermina Martínez Trejo², J. Carlos Acuña Flores³

¹CIR-NOC INIFAP, ²CIR-CE INIFAP, ³Prestador de Servicios Profesionales-Fresnillo, Zacatecas.
ramong@zacatecas.inifap.gob.mx

Resumen

Se analizaron los avances en la realización de actividades y uso de tecnologías por productores de la SCC La Fresnillense, asesorados y capacitados por un PSPP del programa soporte de la SAGARPA; en base a los análisis realizados de la información obtenida por el PSPP, las actividades que mayor avance presentaron fueron: identificación numérica (80%), desparasitación y vacunación (50%) y lotificación del ganado (40%). De las tecnologías utilizadas destacan: Análisis coproparasitoscópico (100%), empadre controlado (90%), calidad de leche (90%) y conservación de forrajes (50%). Estos avances permiten mostrar la importancia de la asesoría técnica y la capacitación a los productores de leche beneficiarios del programa.

Palabras Clave: Leche, mastitis, transferencia de tecnología, capacitación a productores.

Introducción

Se identifican tres grandes sistemas de producción de leche, a lo largo y ancho de nuestro país: a) intensivo, que se ubica en las grandes cuencas lecheras del altiplano y en la zona norte; b) lechería familiar, que se localiza en los estados del centro y regiones montañosas; y c) doble propósito, que se desarrolla principalmente en las costas del golfo y pacífico de México (Vera *et al* 2009). En todas las regiones del país, la producción de leche se lleva a cabo en condiciones muy heterogéneas, desde el punto de vista tecnológico y socioeconómico, así como también por la localización de las unidades de producción (SAGARPA, 2005; Espinoza, 2009); además de la variabilidad de las condiciones climatológicas, las unidades de producción de estos sistemas adquieren características propias de cada región y se debe tomar en cuenta la influencia que ejercen las tradiciones y las costumbres de la población (SAGARPA, 2004).

El estado de Zacatecas ha sido considerado, a través de la historia como eminentemente ganadero, sobre todo en la región del centro; en la cual se tienen las mejores condiciones ambientales para el desarrollo de la ganadería lechera, ya que la temperatura media anual oscila de los 11 a los 31°C (García, 1988) y la precipitación pluvial es de 440 a 700mm anuales, situación que se considera benéfica para mantener el ganado en estabulación, aún cuando no es muy favorable para la disponibilidad de agua. Fresnillo, ha sido tradicionalmente uno de los municipios más activos gracias a la minería, actividad que después de su modernización permitió el desarrollo de la agricultura y la ganadería. Es común que los propietarios de los ranchos posean pequeños hatos lecheros que son la fuente de ingresos combinandolo con las actividades agrícolas; la venta de leche dependía en sus inicios de los “queseros”, quienes en la época de mayor producción abandonaban a los productores, situación que propició que los productores buscaran la constitución de una empresa para obtener apoyos de tal forma que se creó la Sociedad Cooperativa de Consumo La Fresnillense. En el presente trabajo se muestran los avances que el grupo ha llevado a cabo a través de la asistencia técnica y la capacitación de un prestador de

servicios profesionales pecuarios (PSPP), que a su vez es parte del grupo de técnicos del programa soporte de la SAGARPA.

Materiales y Métodos

El grupo de productores fue asesorado por un prestador de servicios profesionales pecuarios (PSPP) durante 10 meses y la información que a continuación se presenta corresponde al ciclo 2011. Siguiendo la secuencia metodológica descrita a continuación: 1) se aplicaron cédulas para realizar el diagnóstico inicial del grupo, 2) se llevó a cabo una revisión de literatura, 3) se planteó un programa de trabajo de acuerdo a los requerimientos del grupo, 4) de manera continua, durante los 10 meses, se recabó información de las áreas de alimentación, reproducción, sanidad y forrajes, correspondiente a las unidades de producción participantes en el programa, 5) Se elaboró una base de datos de acuerdo a la información obtenida por el PSPP que brindó asistencia técnica y capacitación, a beneficiarios del programa integrado por 22 productores pertenecientes a la región de Fresnillo, Zacatecas y 6) Se diseñó una hoja electrónica con el paquete Office Excel (Microsoft®) para analizar la información con la finalidad de mostrar la interpretación de la información mediante frecuencias y variables descriptivas; los análisis realizados fueron número de productores que inicialmente utilizaban ciertas tecnologías de las distintas áreas (alimentación, reproducción, sanidad y forrajes) y número de productores que a través de la asistencia técnica y capacitación se apropiaron de las mismas para su aplicación en el manejo de sus hatos.

Resultados y Discusión

Actividades realizadas. Es importante tomar en cuenta que cualquier avance en el uso de tecnologías y las actividades que conllevan las mismas dependerá entre otras cosas; de la disposición de los usuarios, en este caso de los productores del sistema lechería, y en consecuencia el grado de apropiación de las nuevas tecnologías o del uso adecuado de las que ya se estén utilizando en las distintas unidades de producción. En el Cuadro 1, se pueden observar los avances de las actividades realizadas, que su tuvieron en el grupo de productores que forman parte de la sociedad cooperativa, destacando la identificación numérica (80%); esta actividad es la primera que debe realizar el productor integrante de un grupo de trabajo ya que a partir de ella es posible recabar información básica de la vida productiva de cada uno de los animales que conforman el hato, lo que posteriormente permite realizar una evaluación del impacto del uso de la tecnología con base a los indicadores obtenidos de la información registrada (Guevara *et al.*, 2007); esta actividad también permite al productor llevar un registro adecuado del comportamiento tanto productivo como reproductivo, sanitario y económico de su ganado. Por otro lado también se tuvieron avances considerables en la aplicación adecuada de desparasitantes y vacunas, actividades que permiten al ganado un mejor desempeño.

Cuadro 1. Realización de actividades por productores de la sociedad cooperativa La Fresnillense.

ACTIVIDAD	INICIAL (%)	FINAL (%)	AVANCE (%)
Identificación numérica	20	100	80
Lotificación del ganado	10	50	40
Desparasitación	50	100	50
Vacunación	50	100	50

Fuente: Elaboración propia, con datos del año 2011.

Uso de tecnologías.

El PSPP es sin duda alguna, el eslabón clave en cualquier sistema producto, por lo cual aplica de la misma forma en el sistema lechería, ya que mediante la asesoría de los productores se puede mejorar la producción así como la productividad de las unidades, ya sea implementando nuevas tecnologías o aplicando las que se llevan a cabo desde hace tiempo, pero de una forma adecuada de tal manera que esto ocasione una respuesta positiva en todos y cada uno de los productores que las lleven a cabo como parte del proceso de producción en las distintas áreas que comprenden la producción de leche. Las tecnologías utilizadas por los productores de La Fresnillense presentan avances considerables (Cuadro 2); es importante destacar que por primera vez se realizaron análisis coproparascópicos; que mostraron avances del 100%, lo cual permite determinar que tipo de parásitos afectan al ganado en la región, de qué manera se obtendrán mejores resultados y en qué época es adecuado realizar la desparasitación de los hatos.

Es importante que los productores de ganado lechero conozcan el valor genético de sus animales a través de la proporción de herramientas con este fin, y así tomar decisiones para seleccionar los animales que serán adecuados para la producción o desechados de acuerdo a su desempeño, el emapdre controlado es una herramienta útil para mejorar el desempeño reproductivo del ganado (Cuadro 2).

Se tomar en cuenta en las unidades de producción pecuaria el estado sanitario del ganado, en el caso del ganado lechero la enfermedad que mayores reportes presenta y causa grandes gastos por los medicamentos que se utilizan, los servicios del médico veterinario, el desecho de leche por tratamiento, el desecho prematuro de animales y finalmente las pérdidas en la producción, es la mastitis; la cual permite mostrar la falta de un buen programa de diagnóstico prevención y control de la misma; por tanto, la mastitis es una de las enfermedades que tienen un impacto negativo en la producción de leche, y se debe poner especial atención en ella; una de las acciones a realizar para obtener una leche de buena calidad (Cuadro 2) es la rutina adecuada de ordeño.

La producción de forrajes es un fuente importante de alimento, que ayuda a aminorar los problemas ocasionados por la escasa disponibilidad del mismo en épocas críticas a lo largo del año; con los productores de la Fresnillense se lograron avances del 50% en la conservación de forrajes tanto en forma de ensilado como henificado.

Por otra parte, la crianza de becerras dentro de las unidades de producción de lechería familiar juega un papel importante ya que por un lado asegura el satisfacer los requerimientos de reemplazos del hato próximo a desecharse y por otro lado evita egresos por la compra de reemplazos; en el caso de los productores asesorados por los PSPP durante la evaluación lograron llevar a cabo algunos avances en la crianza de becerras (Figura 3).

Dentro del sistema producto leche, es importante destacar que la fase de crianza de las becerras, en general es muy complicada para los productores, debido a que es una de las etapas de la vida del ganado en la cual pueden ocurrir el mayor número de muertes (Morris, 1992) debido a que los mecanismos de defensa de las becerras no están totalmente desarrollados; las principales causas de muerte en esta etapa son la diarrea y la neumonía, es decir enfermedades de tipo entérico y respiratorio (Lavín, 2001; Orihuela y Galindo, 2004).

La generación de los reemplazos en la producción de ganado lechero se sustenta desde la vaca gestante (preparto), para la obtención de una buena becerra, seguida de un manejo en su fase de crianza, así como el desarrollo de un excelente crecimiento al parto; esto es requisito indispensable en el éxito de toda unidad de producción lechera, si se siguen las siguientes normas de manera adecuada en las prácticas de manejo de los futuros reemplazos seguramente mejorarán los niveles e indicadores productivos en las futuras vacas que conformen el hato: 1) Consideraciones al pre-nacimiento de la becerra, 2) Atención al nacimiento, 3) Alojamiento, 4) Descornado, 5) Extirpación de tetas extras, 6) Somatometría, 7) Alimentación y 8) Manejo sanitario (Galaviz *et al.*, 2010). La crianza de beceras o autogeneración de reemplazos en las unidades de producción lechera, tiene un rol de importancia primordial; debido a que por un lado cubre los requerimientos de renovación del hato cuando sea necesario y por otro disminuye los egresos por la adquisición de vaquillas, los productores beneficiarios por parte del componente y asesorados por el PSPP tuvieron un avance considerable (Cuadro 2).

Cuadro 2. Avances en el uso de tecnologías por productores de la Sociedad Cooperativa La Fresnillense.

TECNOLOGÍA	INICIAL (%)	FINAL (%)	AVANCE (%)
Análisis coproparasitoscópico	0	100	100
Empadre Controlado	10	100	90
Calidad de leche	10	100	90
Conservación de forraje (Ensilado)	50	100	50
Conservación de forraje(Henificado)	50	100	50
Crianza de de beceras para reemplazo	0	25	25
Producción de forrajes alternos	0	20	20

Fuente: Elaboración propia, con datos del año 2011.

Por otro lado, a los productores integrantes de La Fresnillense, se les proporcionaron capacitaciones en áreas relacionadas con inseminación artificial; crianza de beceras, especialmente en atención en las primeras horas de vida; rutina de ordeño e higiene de los equipos; alimentación diferencial en época de producción; elaboración de ensilados e importancia de la alimentación en vacas secas.

Conclusiones

Se destaca que los avances logrados con la capacitación y asistencia técnica son sobresalientes ya que estos permiten demostrar que con el esfuerzo y la dedicación tanto del técnico como de los productores, es posible formar un equipo de trabajo, lo cual servirá como punto de partida y fortaleza para que los pequeños productores sobresalgan y figuren al nivel de los medianos y grandes productores del estado. Es importante señalar que a los productores se les debe capacitar de una forma integral, es decir en todas las áreas (alimentación, genética y reproducción, salud animal, forrajes, manejo de excretas y administración) para que de alguna forma tengan las bases de un buen manejo general de sus hatos y finalmente haya mejora en la productividad y obtengan mayores beneficios económicos sin dejar de lado la parte ecológica.

Literatura Citada

- Espinoza O. A. 2009. La lechería mexicana: pasado y presente ante un futuro incierto. En: Acercamientos conceptuales y metodológicos para el estudio de la realidad agropecuaria y rural de México. Reyes R. B. G. (Comp.). Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México. México. 341p.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Cuarta edición. México. 246 Pp.
- Guevara, R. J., González, O. A. y Espinosa, G. A. 2007. GGAVATT Bovinos productores de leche "Dobladense". En: Casos exitosos 2006. González, O. A., Espinosa, G. A. y Luna, E. A. (Compiladores). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico. 172 Pp.
- Lavín, H. C. 2001. Sanidad y alojamiento de becerras. En: Memorias del curso-taller: crianza y manejo de reemplazos. Holstein de México, A. C. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Querétaro, Qro. México. Pp. 13-26.
- Morril, J. L. 1992. Tha calf: Birth to 12 weeks. In: Van Horn, H. H., Wilcox, J. C. Editors. Large dairy herd management. Champaign, Illinois, USA. Management Services American Dairy Science Association. 586 Pp.
- Orihuela, T. A. y Galindo, M. F. 2004. Etología aplicada en los bovinos. En: Etología aplicada. Galindo, M. F. y Orihuela, T. A. (Editores). Universidad Nacional Autónoma de México. 409 Pp.
- SAGARPA. 2004. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Situación actual de la producción de leche en México 2004. Coordinación General de Ganadería Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/dgg>. Consultado 15 julio de 2012.
- SAGARPA. 2005. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Situación actual de la producción de leche en México 2004. Coordinación General de Ganadería Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/dgg>. Consultado 20 julio de 2012.
- Vera A. H., Hernández A. L., Espinosa G. J., Ortega R. L., Díaz A. E., Román P. H., Núñez H. G., Medina C. M., y Ruíz L. F., (Eds). 2009. Producción de leche de bovino en el sistema familiar. INIFAP. CIRGOC. Libro Técnico Núm. 24. Veracruz, México. 384p.

FACTOR ADITIVO AL ÍNDICE DE SEQUÍA DE PALMER (PDI) Y AL ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN (SPI) Y SU RELACIÓN CON LA SEVERIDAD DE LA SEQUÍA

THE PALMER DROUGHT SEVERITY INDEX (PDI), THE STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI) AND AN ADDITIVE FACTOR AND THEIR RELATIONSHIP WITH DROUGHT SEVERITY

Rafael A. Giner, Alfredo Rangel, Luis F. Negrete y Luis C. Fierro*

Comisión Nacional de las Zonas Áridas, CONAZA.

[*lcfierro@conaza.gob.mx](mailto:lcfierro@conaza.gob.mx)

Resumen

Se presenta un factor que al adicionarlo al Índice de Sequía de Palmer (PDI) y al Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), modifica su valor y permite determinar el riesgo a la sequía de las Unidades de Producción Pecuaria y ayuda a la toma de decisiones para una gestión adecuada en el manejo de los recursos forrajeros. La severidad de la sequía en una región esta influenciada por la Condición que presentan las tierras de pastoreo y por el nivel de Utilización (%) de las plantas forrajeras presentes, afectando los parámetros productivos y a los procesos de degradación de las tierras.

Palabras clave: factor, sequía, severidad, condición, utilización.

Introducción

Las tierras de pastoreo de México presentan en su mayoría un sobrepastoreo cuyo origen es el exceso de carga animal, mismo que ha generado cambios negativos en la composición florística de las áreas de pastoreo, una notable disminución en la cobertura de las especies deseables, de las menos deseables y de la materia orgánica así como un aumento en la cantidad de suelo desnudo, quedando expuesto a su degradación por el intemperismo del agua y el viento, incrementándose en muchos casos la densidad de población de especies indeseables-invasoras como resultado de su degradación ecológica en un universo de unidades y redes productivas de pequeños productores fragmentados y desarticulados, con serias deficiencias organizativas y escasa convergencia de esfuerzos, que finalmente se traduce en un manejo inadecuado de los recursos naturales en general sumándose a la falta de infraestructura y equipo adecuado para incrementar la productividad, situación que favorece y fomenta la emigración y el abandono.

Por otro lado la presencia de fenómenos como la sequía aumenta la vulnerabilidad de las tierras de pastoreo y aún y cuando existen índices para evaluar las mismas, estos fueron diseñados para su aplicación en áreas de uso agrícola, quedando fuera de contexto las tierras de pastoreo.

De acuerdo a lo anterior y ante la condición de sequía generada por las bajas precipitaciones del ciclo de lluvias próximo pasado (verano del 2011) y sus efectos desastrosos sobre la producción y productividad de las tierras de pastoreo, se hace necesario el rediseñar estos índices con un enfoque hacia las tierras de pastoreo y determinar el grado de severidad en que se presenta.

Materiales y Métodos

Para la construcción del factor se tomó en cuenta las diferentes clases de Condición y cuatro diferentes grados o porcentajes de Utilización de las plantas forrajeras de acuerdo a los siguientes supuestos:

1.- Se reconocen de manera general cuatro clases de Condición en las tierras de pastoreo: Condición Excelente; Condición Buena; Condición Regular y Condición Pobre, que nos indican el estado de salud de las Tierras de Pastoreo (Holechek *et al.*, 2001).

2.- COTECOCA citado por SEMARNAT (2010), señala que la Condición que prevalece en las Tierras de Pastoreo (agostaderos) a nivel nacional corresponde a la de Regular.

3.- La Condición o estado de salud de las tierras de pastoreo tiene un efecto directo sobre la tasa de infiltración y el escurrimiento superficial del agua de lluvia, donde la Condición y la capacidad de infiltración de agua de lluvia en el suelo son directamente proporcionales y donde la Condición y el coeficiente de escurrimiento de agua de lluvia son inversamente proporcionales. A mejor Condición, más infiltración y menor escurrimiento. A menor Condición, menor capacidad de infiltración y mayor escurrimiento.

4.- El grado de Uso ó factor de Utilización del forraje disponible afecta la tasa de escurrimiento superficial del agua de lluvia así como la tasa de infiltración al suelo.

5.- El grado de utilización afecta la composición florística de las tierras de pastoreo y la estabilidad de la cobertura vegetal.

6.- Cuando el pastoreo es muy intenso, a grados que la defoliación es constante, las plantas pierden capacidad de procesar carbohidratos, además limitan su almacenamiento en raíces (Alberston y Weaver, 1944).

7.- Un pastoreo de intensidad baja durante un año de sequía puede parecerse a una utilización alta durante un año con precipitaciones similares a las promedio (ITR, 1997).

8.- Una condición excelente de pastizal, con especie clave *B. gracilis*, mejora la recarga de agua en el suelo, mientras que la dominancia de especies secundarias, aumenta la pérdida de agua del sistema por escurrimiento y provoca una mala relación entre producción de forraje y la utilización del agua de lluvia (Medina-Roldán *et al*, 2007).

9.- El riesgo a la sequía de las tierras de pastoreo es proporcional a la vulnerabilidad presente en las mismas y esta depende de la Condición actual y del grado de Uso de las plantas forrajeras presentes de acuerdo a la siguiente relación:

Análisis de Riesgo de las Tierras de Pastoreo a los efectos de la Sequía:

$$R = A \times V$$

Donde:

R= riesgo a la severidad de la Sequía,

A= Condición de Sequía

V= Factor Vulnerabilidad (Condición y % de Utilización)

La SEMARNAT (2010), citando a COTECOCA presenta información donde señala que los agostaderos de México presentan una sobrecarga de 46.2 % como promedio ponderado y una Condición clasificada como Regular, donde de acuerdo con Holechek *et al* (2001) solamente encontraremos en las tierras de pastoreo del 25 al 50 % de la vegetación clímax.

En relación al porcentaje de Utilización se consideraron cuatro categorías: Sin Uso (0-5 %), Uso Adecuado (50 %), Uso Severo (70 %) y Uso Destructivo (> 80 %).

Se otorgaron valores a las clases de Condición de manera arbitraria. De igual manera, para el grado de utilización de las plantas forrajeras se otorgaron los valores según el grado de utilización de las plantas forrajeras.

De acuerdo a lo anterior, se construye una matriz de doble entrada, donde al cruzarse se obtiene, producto de su multiplicación, el factor de corrección que se adiciona al índice de sequía de Palmer y al índice estandarizado de precipitación (SPI), tomándose el resultado como Severidad de la Sequía en las Tierras de Pastoreo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Factores de Corrección

% de utilización	Clases de Condición			
	E= 0.1	B= 0.5	R= 1.0	P= 1.5
0% = 0.1	-0.01	-0.05	-0.10	-0.15
50% = -0.25	-0.025	-0.125	-0.25	-0.375
75% = -0.75	-0.075	-0.375	-0.75	-1.125
80 % = -1.0	-0.1	-0.5	-1.0	-1.5

Resultados y Discusión

Cuando se aplica el factor obtenido al Índice de Palmer, éste se observa afectado al menos en una categoría a la baja, tal como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Índice de Palmer modificado con el factor de adición.

Categoría del PDSI	Valor PDSI	Valor hipotético PDSI	Factor (Utilización, Condición)	Valor del factor	Valor índice	Nueva categoría
Extremadamente húmedo	≥ 4	4	Sin uso Condición Excelente	-0.01	3.99	Muy húmedo

Muy húmedo	3.0 a 3.99	3.5	Sin uso Condición Pobre	-0.15	3.35	Muy húmedo
Moderadamente húmedo	2.0 a 2.99	2.5	50 % Condición Buena	-0.125	2.375	Moderadamente húmedo
Ligeramente húmedo	1.0 a 1.99	1.2	50 % Condición P	-0.375	0.825	Anormalmente húmedo
Anormalmente húmedo	0.5 a 0.99	0.6	75 % Condición E	-0.075	0.525	Anormalmente húmedo
Normal	0.49 a -0.49	0	75% Condición P	-1.125	-1.125	Sequía ligera
Anormalmente seco	-0.5 a -0.99	-0.8	75% Condición P	-1.125	-1.925	Sequía ligera
Sequía ligera	-1.0 a -1.99	-1.9	80 % Condición E	-0.1	-2.00	Sequía moderada
Sequía moderada	-2.0 a -2.99	-2.8	80 % Condición B	-0.5	-3.3	Sequía severa
Sequía severa	-3.0 a -3.99	-3.3	80 % Condición Regular	-1.0	-4.3	Sequía extrema
Sequía extrema	≤ -4	-3.99	80 % Condición P	-1.5	-5.49	Sequía extrema

Cuando se aplica al Índice Estandarizado de Precipitación, éste se observa afectado al menos en una categoría a la baja.

Cuadro 3. Índice Estandarizado de Precipitación modificado con el factor de adición.

Categoría del SPI	Rango SPI	Valor hipotético SPI	Factor (Utilización, Condición)	Valor del factor	Valor índice	Nueva categoría
Extremadamente húmedo	2.00 +	2	Sin uso. Condición Excelente	-0.01	1.99	Muy húmedo
Muy húmedo	1.5 a 1.99	1.7	Sin uso. Condición Pobre	-0.15	1.55	Muy húmedo
Moderadamente húmedo	1.0 a 1.49	1.3	50 % Condición Buena	-0.125	1.17	Moderadamente húmedo
Ligeramente húmedo	> 0 a 0.99	0.4	50 % Condición Pobre	-0.375	0.27	Anormalmente húmedo
Normal	0	0	75 % Condición P	-1.125	-1.125	Anormalmente húmedo
Sequía ligera	< 0 a 0.99	-0.8	75 % Condición P	-1.125	1.92	Sequía moderada
Sequía moderada	-1.0 a -1.49	-1.3	80 % Condición B	-0.5	-1.8	Sequía severa
Sequía severa	-1.5 a 1.99	-1.8	80 % Condición Regular	-1.0	-2.8	Sequía extrema
Sequía extrema	≤ -2.0	-1.8	80 % Condición P	-1.5	-3.3	Sequía extrema

Conclusiones

La Vulnerabilidad de las Tierras de Pastoreo se asocia con el Estado de Salud (Condición) que presentan, así como con la Intensidad en la Utilización de las plantas forrajeras presentes.

La adición del factor al Índice de Palmer y al Índice Estandarizado de Precipitación modifica sus valores al menos en una categoría.

El fenómeno de la Sequía evidencia la urgente necesidad de incluir las tierras de pastoreo y rediseñar los esquemas de su aprovechamiento (e.g. Planes de Manejo Obligatorios).

Se requiere un esfuerzo Institucional en el área de Investigación Aplicada sobre el tema de Sequía y las Tierras de Pastoreo.

Literatura Citada

- Alberston, F. W. and J. E. Weaver. 1944. Effects of drought, dust, and intensity of grazing on cover and yield of short-grass pastures. Agronomy Faculty Publications. Paper 477.
- Holechek, J. L., R. D. Pieper and C. H. Herbel. 2001. Range management: Principles and practices. 4th edition. Prentice Hall Inc. Estados Unidos.
- Interagency Technical Reference. ITR. 1997. Utilization studies and residual measurements. Ed. National Business Center. Denver, Colorado, EUA.
- Medina, E., J. T. Arredondo, E. Garcia and F. M. Huerta. 2007. Soil water dynamics along a range condition gradient in a shortgrass-steppe. Rangeland Ecology and Management 60: 79–87.

RESUMENES



**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE BIOSEGURIDAD EN DOS HATOS
DEL SISTEMA VACA-BECERRO EN NUEVO LEÓN**

**IMPLEMENTATION OF A BIOSECURITY PROGRAM IN TWO COW-CALF BOVINE
HERDS OF NUEVO LEON**

Genoveva Alvarez *¹, Eduardo Valdez ², Rubén Cervantes³, Ramiro Avalos² Alberto Morales⁴ y
Rubén D. Garza¹

¹C. E. Río Bravo-INIFAP, ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UANL, ³CTNM,

⁴CTNM-UANL. E-mail: alvarez.genoveva@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo del estudio fue implementar un programa de bioseguridad, en dos hatos del sistema vaca-becerro. Se realizó un estudio transversal polietápico y estratificado en dos unidades de producción primaria, en los municipios de China y Montemorelos, N. L. Se obtuvo sangre venosa con y sin anticoagulante para detectar Diarrea Viral Bovina (DVB), Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR), leptospirosis, babesiosis, anaplasmosis y neosporosis, empleando técnicas serológicas (ELISA) y/o detección de secuencias genómicas (RT-PCR y PCR) En el hato de Montemorelos se analizaron 35 bovinos y la seropositividad de IBR, neosporosis y leptospirosis fue de 47, 26.8 y 4.3%, respectivamente. No se encontró actividad serológica contra DVB, ni presencia de babesiosis y anaplasmosis. En el otro hato se analizaron 187 animales detectando seroprevalencias mayores al 87% para la leptospirosis, serovariedades hardjo y wolffi y de 37.5, 18.7 y 12.5% para IBR, DVB y neosporosis. Se aplicó un tratamiento a la totalidad de animales mayores de cinco meses en ambos hatos ganaderos en conjunción con otras medidas de bioseguridad. El tratamiento asociado a la vacunación mostró una reducción en los títulos de anticuerpos anti-leptospira, logrando una mejoría de las condiciones clínico-sanitarias y de condición corporal. Además, la proporción de becerros nacidos y destetados aumentó cerca de un 25% con respecto a los dos ciclos previos de parto y destete.

Palabras clave: bovinos, diarrea viral bovina, rinotraqueitis infecciosa bovina.

**Diversidad de Roedores en el Pastizal Mediano Abierto, en el estado de
Zacatecas**

Cervantes G.G., Gutiérrez L.R.

Resumen

El objetivo fue identificar la diversidad de especies de roedores por sitio ecológico del pastizal mediano abierto. El trabajo de campo en el Rancho La Copa ubicado en la comunidad del Arenal, Sombrerete, Zacatecas. Se realizó un muestreo de la cobertura vegetal y un levantamiento florístico del área de estudio. En el área de estudio se registraron más de 50 especies de fauna silvestre entre las que se pueden contar, coyote, liebre cola negra, liebre panza blanca, mapache, patos, cercetas, garzas, córtalos, entre otros. El estudio se realizó en un período de 1 a 2 días en cuatro épocas del año y en cada trampa se colocaron un producto (cebo) que contenía una mezcla de maíz y crema de cacahuete para atraer a los roedores (el trapeo se basó en las investigaciones realizadas en 1990 por Kenneth y Geluso). Se utilizaron trampas tipo Ballesta o Guillotina (Victor) y Sherman. Se detectaron las siguientes especies vegetales: *Bouteloua gracilis*, Bo.cu., *Aristida adscensionis*, *Andropogon barbinoide*s, *Chloris virgata*, *Muhlenbergia porteri*, *Rynchelytrum repens*, *Sanvitalia procumbens*, *Dichondra brachypoda*, *Acacia tortuosa*, *Zornia diphylla*, *Opuntia leucotricha*, Op. Robusta, Op. Spp., *Solanum ostratum*, *Baccharis* spp., *Mimosa biuncifera*, *Anacyclus radiatus* y *Astragalus mollissimus*, entre otras. Respecto a roedores se identificaron 9 especies, de roedores dentro de las que podemos encontrar, *Neotoma albigula*, *S. variegatus*, *S. spilisoma*, *Lyomis irroratus*, *Dipodomis merrym*, *Sigmodon sp* , *Peromiscus maniculatos* , *Reithrodontomys*, *Onychomys S. mexicanus*, donde solo 5 especies, *S. variegatus*, *S. spilisoma*, *Lyomis irroratus*, *Dipodomis merrym*, *Sigmodon sp*, responden a una distribución de acuerdo a la asociación vegetal registrada (pastizal mediano abierto), las otras tres especies presentaron una distribución general en toda el área y solo se registro alguna fluctuación estacional. Se concluye que la diversidad de roedores en un alto porcentaje es especializada y solo una pequeña parte son generalistas, por lo que la competencia con el ganado no es importante, y su función dentro del ecosistema esencial para su equilibrio.

METODOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS SANITARIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HACCP EN UN ESTABLECIMIENTO PARA EL SACRIFICIO DE BOVINOS

*Chávez, J.J.J¹, Baldwin, S.C.E¹, Meza.L.E¹, García, M.J.A², Núñez, G.F.A².

Universidad Autónoma de Zacatecas¹, Universidad Autónoma de Chihuahua²
chavezjjj@yahoo.com.mx.

Para establecer las bases del sistema HACCP en un rastro municipal, se evaluó el cumplimiento y aplicación de las normas 009 y 030 ZOO - 1995, llevando a cabo cuatro muestreos con 200 canales cada uno, considerando las siguientes variables: tiempos del proceso de sacrificio; temperaturas de las canales a distribución; evaluación de las canales con la NOM 030, higiene y sanidad de equipos e instalaciones, hábitos higiénicos de operarios y el cumplimiento de la NOM 009. Al término del último muestreo se realizó un análisis microbiológico de 10 canales calientes, 10 canales frías, las manos, mandiles, cuchillos, guantes de malla, aguas de proceso, aguas de mantas, mantas, ambientes de proceso y de cámaras de refrigeración. El tiempo de sangrado presentó diferencias significativas ($P < .0001$). El tiempo de sangrado a eviscerado se mantuvo similar en los cuatro muestreos ($P > 0.05$) indicando que la velocidad del proceso es muy rápida e incide en los resultados del análisis macroscópico de la NOM 030, donde predominaron como defectos las excretas, el pelo, los coágulos y la glándula mamaria entre otros. La temperatura de la canal lista a distribución presentó diferencias entre muestreos ($P < 0.001$) siendo las mejores temperaturas las del último con un promedio de 7.74°C . En higiene y desinfección no se logró mejoría en las áreas evaluadas, tanto en instalaciones como en el personal, así como su indumentaria y utensilios de trabajo. El control de vectores no se aplicó en los cuatro muestreos y la NOM-009 se incumplió en un 65.4%; las canales presentaron altas cuentas microbianas (\log^{10}/cm^2), con promedios de: CMA 6.7, CTC 6.1, y 5.8 en HL; La *E.Coli* se presentó en el 70% de las canales, *Proteus* y *Klebsiella* en 40% y *Salmonella* en 80%. Concluimos que este establecimiento no cumple con las características sanitarias para establecer el sistema HACCP al presentar deficiencias en el cumplimiento de las normas evaluadas y las sanitarias de referencia como la NOM-093-SSA1-1994, NOM-122-SSA1-1994 y NOM-124-SSA1-1995.

**PESOS AL NACIMIENTO Y AL DESTETE EN CORDEROS PELIBUEY
CRUZADOS CON DORPER**

**BIRTH WEIGHTS AND WEANING OF LAMBS WITH CROSSED
PELIBUEY DORPER**

Jaime Flores*¹, Rubén D. Garza¹, Pedro Hernández² y Pedro Zarate³

¹Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, ²Sitio Experimental Zaragoza-INIFAP y ³Facultad de Ingeniería y Ciencias-UAT E-mail: flores.jaime@inifap.gob.mx

Se buscan cruzamientos para intensificar la producción de carne ovina. El objetivo fue evaluar el peso del nacimiento al destete en corderos Dorper cruzados con Pelibuey. El estudio se realizó en INIFAP Río Bravo. Se analizaron pesos de 31 corderos del nacimiento al destete ($\frac{3}{4}$ Dorper*Pelibuey y $\frac{7}{8}$ Dorper*Pelibuey). Se evaluó peso al nacimiento (PN), 30 (PT) y 60 días (PD) y peso de la madre al parto (PMP) y al destete (PMD), se realizó ANOVA para el diseño completamente al azar y comparación de medias con Tukey ($P < 0.05$). El PN entre genotipos no mostró diferencias (3.0 kg), mientras que el PN, agrupado por tipo de parto y sexo, no presentaron diferencias entre el tipo de sexo, (3.09 kg para machos y 2.91 kg para hembras), sin embargo se observó una mayor diferencia entre el tipo de parto, (3.22 kg en parto simple y 2.75 kg en múltiple). En PT y PD, no se detectaron diferencias ($P > 0.05$) entre genotipos (7.71 kg), tipo de parto (7.66 kg) y sexo (7.65 kg). El PMP no se afectó por el genotipo (44.7 kg), tipo de parto (45.3 kg) y sexo (45.0 kg). Para PMD no presentaron diferencias entre genotipos (45.0 kg), pero sí entre el tipo de parto y sexo, debido a que las madres que produjeron crías de parto simple fueron más pesadas (47.3 kg) que las de parto múltiple (42.4 kg). Las cruces evaluadas presentaron el mismo comportamiento para características de crecimiento, con incrementos en la ganancia de peso del 17%.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION VITAMINICA SOBRE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN CORDEROS

EFFECT OF VITAMIN SUPPLEMENTATION ON PRODUCTION EFFICIENCY IN LAMBS

Rubén D. Garza*¹, Jaime Flores¹, Pedro Hernández² y Erasmo Gutierrez³

¹*Campo Experimental Río Bravo-INIFAP*, ²*Sitio Experimental Zaragoza-INIFAP* y ³*Facultad de Agronomía-UANL*
garza.ruben@inifap.gob.mx

Actualmente existen numerosos complejos vitamínicos alimenticios para rumiantes, los cuales aceleran el crecimiento, mejoran el consumo alimenticio, incrementando la producción y calidad de carne. El objetivo fue evaluar el efecto de los complejos vitamínicos y minerales en la alimentación de corderos sobre la ganancia de peso desde el nacimiento hasta el destete. El estudio se realizó en el módulo de ovinos del Campo Experimental Río Bravo. El suplemento fue aplicado una sola vez a 20 corderos por tratamiento: 1) Testigo sin aplicación, 2) Aplicación de 0.5 ml de Ferronel[®] que contiene 50 mg de Fe, 1 mcg de B₁₂, 2.5 mcg de Co, y 0.25 mg de Zinc, y 3) Aplicación de 1.0 ml de Antoplex[®] cuya fórmula es: 500 mcg de B₁₂, 0.020 g de Fe, 50 mg de B₁, 0.6 mg de B₂, 3 mg de B₆, 45 mg de B₃, 6 mg de Colina y 5 mg de vitamina C. Se evaluó la ganancia de peso al destete (GPD). Se realizó un análisis de varianza para un diseño completamente al azar y comparación de medias con la prueba de Tukey (P<0.05). En GPD, se observaron diferencias significativas (P<0.01) entre tratamientos, obteniéndose la mayor GPD en corderos que recibieron Antoplex (17.4 kg), en comparación con el testigo (16.1 kg) y Ferronel (16.0 kg). Se concluye que la adición de complejos vitamínicos y minerales como el Antoplex, modificaron el crecimiento de los corderos, al incrementar el peso al destete en 1.4 kg.

USO DE TEGNOLOGÍAS Y REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES POR PARTE DE PRODUCTORES DEL SISTEMA PRODUCTO OVINO EN EL ESTADO DE ZACATECAS

Ortiz Hurtado José Ubaldo¹, Gutiérrez Luna Ramón².

¹ CIFOVZ, ²CEZAC-CIRNOC-INIFAP

Resumen

El estado de Zacaatecas ha sido considerado uno de los principales productores de ovinos del país. Sin embargo, los parámetros productivos de las explotaciones no son muy favorables. Las actividades realizadas en el componente de asistencia técnica y capacitación dentro del programa soporte de la SAGARPA, se orientan al trabajo con las unidades de producción transfiriendo tecnologías que impacten en la productividad de estas unidades por prestadores de servicios profesionales pecuarios (PSPP). La unidad técnica especializada pecuaria (UTEP) es la encargada de supervisar y evaluar dichos servicios y tiene como objetivo contribuir al mejoramiento del desarrollo económico y social rural, mejorando la calidad de vida de la población del sector pecuario. El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de las tecnología evaluadas en la unidad de producción de ovinos del estado de Zacatecas conformada por 16 productores, que en conjunto cuentan con aproximadamente 4461 cabezas, comprendiendo del 1 de Febrero al 31 de Octubre del año 2011. Al inicio del ciclo el diagnóstico de línea base mostro que las principales problemáticas que enfrentaban las explotaciones fueron: una baja calidad genética teniendo que solo el 12% de los productores usaban sementales de registro genealógico y con prueba de fertilidad y el 88% restante usaba sementales adquiridos con productores de ranchos vecinos, baja prolificidad que según el diagnóstico era de 0.52 afectando directamente la rentabilidad de las explotaciones ya que el producto principal a vender son los mismos corderos y bajos pesos de corderos al destete ya que los productores hacían mención a que los corderos tenían un pobre desarrollo. Para mejorar la calidad genética se opto por utilizar la inseminación artificial, esto en conjunto con el centro de investigación y fomento ovino de Zacatecas (CIFOVZ), la cual se realizó con el 68% de los productores y se inseminó un total de 591 borregas de las cuales el 50% se logro gestaran y con esto se mejoro en un 29% el peso de los corderos al nacimiento y un 22% el peso al destete. La baja prolificidad se atacó implementando el flushing que consistió en ofrecer 250 gr de maíz molido dos semanas antes de la inseminación o el empadre con el fin de mejorar la condición corporal y la tasa ovulatoria y con lo que se logro llegar a una prolificidad de 1. Para mejorar el peso al destete de los corderos se utilizó el creep feeding, con el fin además de mejorar su comportamiento en el corral de engorda, la cual solo se aplicó con el 34% de los productores y consistió en ofrecer maíz molido combinado con alfalfa en un corral especial donde solo podía entrar a comer el cordero; se establecieron dos grupos para comparar el beneficio de usar esta tecnología y el grupo al que se le ofreció el creep feeding aumentó en promedio 2.5 kg de peso vivo al destete en relación al grupo que no se le ofreció.

ESPECIES RECOMENDABLES PARA REVEGETAR LAS TIERRAS DE PASTOREO EN MÉXICO

RECOMMENDED SPECIES FOR RANGELANDS REVEGETATION IN MEXICO

Lilián A. Loera^{*}, Rafael A. Giner, Luis C. Fierro, y Luis F. Negrete

*Comisión Nacional de las Zonas Áridas, CONAZA. *E-mail: lloerag@gmail.com*

En un tiempo relativamente corto, la vegetación de México ha sufrido extensas alteraciones antrópicas. Muy pocas áreas permanecen con elementos prístinos. Ante esta situación de graves consecuencias sobre la conservación de la biodiversidad y la productividad del campo, surge la necesidad de implementar técnicas que permitan la restauración y rehabilitación de los ecosistemas de nuestro país. La revegetación, como una forma de restauración ecológica, tiene la finalidad de reestablecer la funcionalidad ecosistémica y de paisaje, de allí la importancia de seleccionar las especies adecuadas que puedan servir en acciones que resulten exitosas en el corto y mediano plazo, con mínimos tratamientos posteriores, a pesar del riesgo de fracaso que la práctica implica. El objetivo del presente trabajo fue proporcionar información de fácil acceso con datos específicos sobre especies vegetales idóneas para revegetar básicamente las regiones ecológicas del Desierto Chihuahuense, y el Desierto Sonorense. Se seleccionaron un total de 46 especies nativas e introducidas. La información de las especies se extrajo de diversas fuentes. Sobre los aspectos funcionales y ecológicos, se tomaron en cuenta experiencias personales de los autores. Se presenta un cuadro, el cual muestra características específicas de cada especie para diseñar programas de revegetación en las diferentes regiones ecológicas del país. El éxito en los programas de restauración ecológica y revegetación implica profundizar en el conocimiento sobre la biología, ecología, manejo y técnicas de propagación de las especies disponibles, con el fin de mejorar y recuperar las tierras de pastoreo.

Palabras Clave: revegetación, conservación de la biodiversidad, tierras de pastoreo.

**VALIDACION TECNICO ECONOMICA Y CALIDAD NUTRITIVA DE TRES
VARIETADES DE BUFFEL, FORMIDABLE, LAREDO Y PECOS EN EL SUR DE
SINALOA, MÉXICO**

**TECHNICAL ECONOMIC VALIDATION AND NOURISHING QUALITY OF
THREE OF BUFFEL VARIETY FORMIDABLE, LAREDO AND PECOS IN
SOUTHERN SINALOA, MÉXICO**

Juan Esteban Reyes, Alfredo Loaiza, Daniel González, Luis Alberto Hernández

CEVACU-CIRNO-INIFAP MÉXICO. E-mail: reyes.esteban@inifap.gob.mx

El objetivo de este trabajo fue validar técnica y económicamente tres variedades de pasto buffel en condiciones de temporal y determinar su calidad nutritiva. La prueba se realizó en dos localidades en sur de Sinaloa: (A) Concordia, del municipio de Concordia, (B) La Amole del municipio de Mazatlán, Sinaloa. El clima es semiseco BS₁(w), la evaluación se realizó por en verano de 2011 se registraron en promedio 470 mm y 422 mm de precipitación en las localidades A y B respectivamente, se evaluaron praderas de Buffel (*Cenchrus ciliaris*) en el primer año de establecimiento, las variedades son: Formidable, Laredo y Pecos en una superficie de 1 ha⁻¹ por variedad, la siembra se realizó con una densidad de 3.2 Kg. de semilla pura viva ha⁻¹, el control de maleza se efectuó con la aplicación de el herbicida Tordon 472 en dosis de un litro/ ha⁻¹, se aplicaron 80 Kg. de nitrógeno ha⁻¹ en dos aplicaciones, la determinación del rendimiento como materia seca por hectárea (ms ha⁻¹) y la calidad nutritiva se efectuó al inicio de la floración, se realizaron dos cortes de forraje, para determinar la producción por unidad de superficie se tomaron 15 muestras al azar de un metro cuadrado en cada variedad, como indicadores de calidad nutritiva se determinó proteína cruda (PC), digestibilidad (D) y fibra detergente neutro (FDN), para evaluar la rentabilidad se utilizó el indicador Beneficio-Costo (B/C). La producción promedio de materia seca total de dos localidades y producto de dos cortes, fue de 4.9, 4.7 y 4.38 ton ha⁻¹ en las variedades Formidable, Laredo y Pecos respectivamente. El rendimiento promedio de materia seca por hectárea al primer corte fue de 4, 3,8 y 3.6 tms ha⁻¹ para las mismas variedades respectivamente, en contraste en el segundo corte en el período el rendimiento fue de 896, 881 y 865 kgms ha⁻¹ para los mismos pastos. Los indicadores de calidad nutritiva fueron: 12.2% PC, 50% de D y 65% FDN para Formidable, en Laredo 10.2% PC, 52% D y 61% FDN y en Pecos 9.9 PC, 52 D y 63 FDN. Los costo anual de establecimiento fue de \$900.00 (E) el cual resulta de la amortización a 5 años de el costo de establecimiento por hectárea estimado en \$4,500.00, el costo de dos cortes para henificado fue de \$ 2200.00 (F). El costo anual de producción ha⁻¹ fue \$3100.00 (E + F). El ingreso bruto por hectárea fue \$4900.00, \$4700.00 y \$4300.00 para las variedades Formidable, Laredo y Pecos respectivamente. Se determinó una relación B/C de 1.6, 1,5 1.38 para las mismas variedades. En base a los resultados en el primer año, se concluye que el comportamiento de las variedades de buffel es aceptable y que su potencial de producción de forraje se considera adecuado bajo las condiciones ecológicas de la región. La variedad Formidable mostró mejores índices de calidad en el indicador de Proteína Cruda. En todas las variedades evaluadas se logra una rentabilidad aceptable.

Palabras clave: Validación. Rendimiento. Calidad Nutritiva. Rentabilidad.

PROPUESTA DE COMPENSACIÓN POR MEJORES PRÁCTICAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL CARBONO EN AGOSTADEROS COMUNALES DE NUEVO LEÓN, MÉXICO

PROPOSAL FOR FINANCIAL REDEEMING TO IMPROVE CARBON STOCKS THROUGH BETTER GRAZING PRACTICES IN COMMON RANGELANDS OF NUEVO LEON, MEXICO.

Villarreal Lozoya, Cayetano J.¹ y Manzano Camarillo Mario G.²

¹*Programa de Maestría en Sistemas Ambientales. Tecnológico de Monterrey. Campus Monterrey*

²*Profesor Investigador. Centro de Calidad Ambiental. Tecnológico de Monterrey. Campus Monterrey. mario.manzano@itesm.mx*

Resumen

Un esquema de compensación económica por mejores prácticas ganaderas, asociado a acciones como diversificación productiva y regeneración de la vegetación natural es necesario para mejorar calidad de vida de los habitantes de regiones ganaderas del país. Se realizó un análisis de capacidad de carga y de población animal actual de ganado caprino en el municipio de Dr. Arroyo, N. L, mediante visitas de campo, entrevistas y documentación bibliográfica. Con base en los resultados obtenidos se sugieren acciones como la reducción del hato ganadero de 40,000 UA, entre otras que incluyen modificaciones a los sistemas de manejo. El costo de oportunidad calculado por estos beneficios representa un monto entre \$22'638,000 M.N. y 32'340,000 M.N. (costos a 2010). Se estimó asimismo el costo de oportunidad por captura de carbono a nivel municipal, siendo éste entre 0.5 ton/C/año a 1.5 ton/C/año, resultando en un rango de entre 2'049,105 USD y 12'294,628 USD por año. La compensación económica asociada se identifica como una opción viable para el mejoramiento del almacén de carbono. Para el logro de los propósitos del esquema, es primordial el trabajo social con los actores involucrados, los apoyos y sinergias institucionales. La compensación económica es una vía para reconocer y valorar de manera tangible las buenas prácticas y tener una base económica para la diversificación productiva. Un esquema como el propuesto permitirá mejorar los ecosistemas de agostadero de uso común, capitalizar a las comunidades rurales y aprovechar las opciones que éstas tienen para mejorar su calidad de vida.

Palabras clave: carbono, tierras de uso común, agostadero, pago por servicios ambientales

AGRADECIMIENTOS



ALIANZA



FUNDACIÓN
Carlos Slim

Si sólo existe una fuente de agua para los animales y ésta está alejada de la comunidad rural, entonces el área disponible para las cabras se reduce marcadamente, debido a que las cabras tendrán que pastorear predominantemente en las áreas aledañas a la fuente de agua.

Independientemente del área disponible para el pastoreo de las cabras, en las zonas áridas y semiáridas donde las sequías prolongadas son recurrentes, se debe ser conservador en la fijación de la presión de pastoreo, situando ésta un poco más abajo de la capacidad de sustentación estimada, con el objeto de contar con una reserva de forraje en los años de sequía prolongada (Papanastasis, 2009).

Es importante señalar que, con una carga animal excesiva, ningún programa de pastoreo, por más elaborado que ésta sea, tendrá éxito, ya que con esta situación las especies preferidas por las cabras serán consumidas en exceso, lo cual se traducirá en un deterioro de los recursos forrajeros y en una menor producción de los animales.

¿Durante cuánto tiempo las plantas del agostadero deben ser expuestas al pastoreo?

Tres aspectos importantes para el éxito de un programa de pastoreo son: el tiempo y frecuencia de la defoliación, la intensidad de la defoliación y la oportunidad de las plantas para su recuperación. Los periodos de pastoreo deberán ser lo más cortos posible, para evitar que las cabras hagan uso de las plantas más de una vez durante los periodos de pastoreo.

En el caso de los caprinos en agostadero, un punto que facilita la instrumentación de programas de pastoreo es el hecho de que los animales son conducidos diariamente por el pastor al agostadero, por lo que, sin necesidad de cercos, se puede seguir un plan establecido del uso del agostadero. Además, el pastor tiene la oportunidad de monitorear diariamente, y en prácticamente toda la extensión disponible para el pastoreo de las cabras, la disponibilidad de alimento para estos animales en las áreas no pastoreadas, y la cantidad dejada en las áreas ya utilizadas por las cabras. Otra gran ventaja del manejo de las cabras con pastor es que, con una adecuada conducción de las cabras, se puede evitar el sobrepastoreo. Lo anterior ocurre porque, a pesar de una alta densidad de estos animales y la consecuente defoliación severa del área pastoreada, se pueden evitar las áreas del agostadero que se encuentran en recuperación. Lo anterior no ocurre con otro tipo de ganado, donde, por estar éstos libres en potreros extensos, hacen uso repetido de las plantas más apetecibles, con lo que se produce el sobrepastoreo. Las plantas menos apetecibles, por otro lado, son subutilizadas, con lo que estas alcanzan etapas de desarrollo avanzado, con la consecuente lignificación de las mismas, lo que se traduce en una menor disponibilidad de nutrientes para los animales. Por lo anterior, el sobrepastoreo es más severo cuando se tiene una cabra en una ha durante 100 días, que si se tienen 100 cabras en una ha durante un solo día.

¿Todos los sitios del agostadero pueden ser utilizados con la misma intensidad?

Lo más importante, sin embargo, es la capacidad que la ganadería tiene para transformar vegetales en proteínas animales, aprovechando recursos que de otra forma quedarían inutilizados (Granda y Prieto, 1986; Sierra, 1996). Por ello, no es extraño que en muchas áreas de montaña la

Haciendo una analogía de lo expuesto anteriormente con un semáforo, la presencia de especies invasoras correspondería a la luz roja, lo cual es signo de un cambio urgente en las prácticas de manejo. Las especies incrementadoras corresponderían a la luz amarilla, lo que indica precaución, sí estas especies se encuentran en abundancia. La presencia de abundantes plantas decrecientes corresponde a la luz verde; esto es, el pastizal goza de buena salud.

¿En caso de un agostadero severamente degradado por la sobrepoblación de ganado qué se puede hacer para revertir la degradación?

En agostaderos sobreutilizados es necesario implementar prácticas de manejo de los recursos forrajeros para revertir el proceso de degradación del pastizal. Para cumplir con este punto, la elaboración de un mapa del terreno donde pastorean las cabras es sumamente útil. Un ejemplo de un mapa del agostadero se presenta en la Figura 3. En el mapa deben demarcarse los sitios del pastizal existentes, señalándose, además, su condición. Deben anotarse también las fuentes de agua y las barreras naturales. Basados en la información plasmada en el mapa, y en el conocimiento del manejo de los animales, se puede determinar cuales son los problemas que existen. Si la condición del pastizal es regular o pobre cabría preguntar: ¿porqué está en estas condiciones?, ¿Se debe a la intensidad del pastoreo, a la frecuencia del uso del agostadero, o a la distribución deficiente de los animales?. Si el problema es una excesiva carga animal, recuérdese que durante la estación de crecimiento de las plantas del agostadero, el ganado no debe remover mas de la mitad de la producción de forraje. El uso más intenso del pastizal debe llevarse a cabo en la estación en que las plantas forrajeras están dormantes. Durante este tiempo se puede cosechar entre el 60 y 70% de la producción anual de forraje.

Otro problema puede ser el uso intensivo del agostadero durante el inicio del crecimiento de las plantas. Si esto ocurre, se iniciará el incremento de especies de lento crecimiento o poco apetecibles. Lo anterior se debe a que durante la primavera, la mayoría de las especies del agostadero utilizan el alimento almacenado en la planta para su crecimiento, por lo que una defoliación intensa en este período termina por dañadas irreversiblemente. Las plantas del agostadero que son utilizadas una vez durante el período de crecimiento, son más productivas que aquellas especies que se utilizan varias veces durante este período. Los sistemas de pastoreo rotacional evitan este problema.

Si la mala distribución de los animales es una causa del mal uso del pastizal, hasta donde sea posible, estos deben ser conducidos a pastorear a todo el terreno utilizable por las cabras. Claro que, en grandes extensiones de terreno se requerirían más de una fuente de agua para los animales, cosa que en las zonas áridas muchas veces es difícil que se tenga. Otra limitante para el uso de todo el terreno disponible para el pastoreo, es la capacidad física del pastor. Un pastor de edad avanzada, por ejemplo, tendrá dificultad para ascender a lugares altos y escarpados donde la disponibilidad de forraje pudiera ser abundante.

¿Es conveniente destinar terrenos de cultivos para la producción de forraje para las cabras?

Considerando las drásticas fluctuaciones de forraje del agostadero a través del año, y a las enormes complicaciones al querer ajustar el número de animales a la disponibilidad de forrajes, es de suma importancia que se tengan pequeñas zonas de cultivo para la producción de forrajes que pueden ser utilizados en las épocas de penuria alimenticia de las cabras. Algunos cultivos que sin necesidad de riego pueden ser de utilidad en las explotaciones de caprinos en las zonas áridas son: el nopal, maguey, costilla de vaca (*Atriplex canescens*), *Atriplex acanthocarpa*, *Kochia scoparia* y algunas variedades de sorgo y maíz. En el caso del nopal, el beneficio sería doble para el productor, debido a que se cosecharían las frutas y pencas tiernas de esta planta para el consumo humano y el resto de la planta para las cabras. En el caso de sorgos y maíz, también los granos serían para el consumo humano a animales no rumiantes y los rastrojos quedarían para la suplementación alimenticia de las cabras en las épocas críticas del año.

¿Conviene tener más de una fuente de agua y más de un corral para las cabras?

En las explotaciones extensivas de caprinos, la vegetación en rededor de los corrales de estos animales presenta un grado máximo de utilización, notándose frecuentemente una total defoliación de los arbustos y el pasto al ras del suelo.

El paso obligado de las cabras por estas zonas todos los días causa este deterioro, el cual se va diluyendo en función de la distancia del terreno de pastoreo con el corral de las cabras. Con los corrales fijos, además, la zona del pastizal que puede ser aprovechada por las cabras se circunscribe a un radio no mayor de 5 km enredor de los corrales de estos animales, esto porque la distancia máxima que pueden recorrer las cabras por día es de 10 km (5 km de ida y 5 km de regreso). Aunque es muy complicado cambiar la ubicación de los corrales por la labor que implica la construcción de otro corral nuevo, y más difícil aún porque esto puede requerir la construcción de otra casa para el pastor y su familia; el cambio del corral presentaría un mayor aprovechamiento del pastizal y el mejoramiento del área del pastizal que deja de utilizarse. Cuando las fuentes de agua son escasas en el agostadero, el deterioro del pastizal en rededor del aguaje puede ser también pronunciado, debido a que todos los hatos de cabras y otras especies de animales domésticos de la comunidad acuden diariamente, en ocasiones, a un sólo aguaje en todo un predio. Otras fuentes de agua alternativas, por lo tanto, desconcentrarían a una buena parte de los animales de los aguajes, lo cual conduciría a una mejor utilización del agostadero.

¿Cómo debe hacerse la planeación del uso del agostadero por las cabras?

Un programa de pastoreo adecuado debe tener por objetivo la maximización de la productividad de las cabras, en armonía con la capacidad de producción de forraje del agostadero y la conservación del suelo. Si se está pastoreando un pastizal con signos de deterioro, entonces el programa de pastoreo deberá incluir prácticas tendientes en revertir el proceso de degradación del mismo. Para la implementación de programas del uso de los recursos forrajeros debe contemplarse: (1) la definición de objetivos, (2) el inventario de los recursos forrajeros, (3) el análisis del uso actual de esos recursos y (4) sugerencias de ajustes, para hacer un uso más eficiente del pastizal. Lo anterior implica la definición de un sistema de pastoreo.