



SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PECUARIA Y ALIMENTACIÓN

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



COCYTEN
Comisión de Ciencia y Tecnología
del Estado de Nayarit



**GOBIERNO DEL
ESTADO DE NAYARIT**

**V CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES
I CONGRESO EN CIENCIAS VETERINARIAS Y ZOOTÉCNICAS
“AMADO NERVO”
I REUNIÓN RED LATINA DE CIENCIA ANIMAL**

Nuevo Vallarta 2014



MEMORIAS

**Coordinador:
José Alfredo Benítez Meza**

**Compilador:
José Francisco Villanueva Avalos**

V CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES
I CONGRESO EN CIENCIAS VETERINARIAS Y ZOOTÉCNICAS
“AMADO NERVO”
I REUNIÓN RED LATINA DE CIENCIA ANIMAL

Nuevo Vallarta 2014

MEMORIAS

Coordinador:

José Alfredo Benítez Meza

Compilador:

José Francisco Villanueva Avalos

COMITE DIRECTIVO DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE MANEJO DE PASTIZALES

Dr. Carlos Enrique Aguirre Calderón
Presidente
ITES – Durango

Ph. D. Pedro Jurado Guerra
Vicepresidente
INIFAP Chihuahua

Dr. Ramón Gutiérrez Luna
Secretario
INIFAP Zacatecas

Dra. Iliana Hernández Javalera
Tesorera
UAAAN Saltillo

Vocales

Dr. Adrián Raymundo Quero Carrillo
Colegio de Posgraduados

Dr. Humberto Ibarra Gil
Facultad de Agronomía UANL

Dr. Sergio Beltrán López
Facultad de Agronomía UASLP

Dra. Rosa Elena Santos Díaz
Facultad de Agronomía UASLP

Dra. Catarina Loredo Osti
Facultad de Agronomía UASLP

Dr. Mario Guadalupe Manzano Camarillo
ITESM Monterrey

Dra. Alicia Melgoza Castillo
Facultad de Zootecnia y Ecología UACH

COMITÉ ORGANIZADOR

M.C. José Alfredo Benítez Meza
Coordinador

Ph. D. José Francisco Villanueva Avalos
Comité Científico, Recopilación y Edición

Dr. Ramón Gutiérrez Luna
Comité de Ponencias Magistrales

MVZ Armando Aguilar Hernández
Comité Local y Lámparas
Comité de Actividades Culturales

Dr. Carlos Alejandro González Morteo
Comité de Logística de Sonido, Proyección y Traducción Simultánea
Comité de Actividades Culturales

Dr. Sergio Martínez González
Comité de Pagina Web y Difusión

Dr. Carlos Aguirre Calderón
Comité de Logotipo, Constancias y Diplomas

M.C. J. Vidal Rubio Ceja
Comité de Cursos y Talleres

COMITÉ CIENTÍFICO

Ph. D. José Francisco Villanueva Avalos
Presidente

COMITÉ DE EVALUACIÓN

MANEJO DE PASTIZALES Y CULTIVOS FORRAJEROS

Ph. D. Miguel Luna
Manejo de Pastizales
INIFAP – Jalisco

Ph. D. Miguel Ávila Curiel
Manejo de Pastizales
INIFAP – Tamaulipas

Ph. D. José Carlos Villalobos González
Range Sciences
Texas Tech University
Lubbock, Texas

Ph. D. Adrián Raymundo Quero Carrillo
Colegio de postgraduados
Montecillo, Edo. de México

Dr. Javier Francisco Enríquez Quiroz
Manejo de praderas y Cultivos forrajeros
INIFAP – Veracruz

Ph. D. Ernesto Flores Ancira
Ecología y Manejo de pastizales
Universidad Autónoma de Aguascalientes

Ph. D. Filiberto Herrera Cedano
Tecnología de semillas forrajeras
INIFAP – Nayarit

Dr. Alfredo González Sotelo
Cultivos forrajeros
INIFAP – Colima

Ph. D. Eduardo A. González Valenzuela
Manejo de Pastizales
FMVZ- Universidad Autónoma de Tamaulipas

Ph. D. Alicia Melgoza Castillo
Ecología de Pastizales
Facultad de Zootecnia
Universidad Autónoma de Chihuahua

Dr. Carlos Raúl Morales Nieto
Tecnología de semillas forrajeras
Facultad de Zootecnia
Universidad Autónoma de Chihuahua

Ph. D. Pedro Jurado Guerra
Manejo de Pastizales
INIFAP – Chihuahua

Dr. Mario H. Esqueda Coronado
Manejo de pastizales
INIFAP – Chihuahua

Dr. Rubén Alfonso Saucedo Terán
Ciencias ambientales y ecología de pastizales
INIFAP – Chihuahua

M.C. Juan Becerra Becerra
Cultivos Forrajeros
CENID Fisiología. INIFAP- Querétaro

M.C. Francisco Antonio Rubio Aguirre
Manejo de pastizales
INIFAP – Zacatecas

M.C. Manuel Silva Luna
Praderas tropicales
INIFAP – Jalisco

Ph. D. José Francisco Villanueva Avalos
Manejo de pastizales y praderas tropicales
INIFAP - Nayarit

NUTRICION ANIMAL

Ph. D. Francisco Oscar Carrete Carreón
Nutrición de rumiantes
FMVZ - Universidad Juárez del Estado de Durango

Dr. Jorge Armando Bonilla Cárdenas
Nutrición de rumiantes y cambio climático
INIFAP - Nayarit

Dr. José Lenin Loya Olguín
Nutrición rumiantes
Universidad Autónoma de Nayarit

Dr. Ranferi Gutiérrez Leyva
Nutrición de rumiantes – Salud animal
Universidad Autónoma de Nayarit

Dra. Leonor Sanginés García
Nutrición animal
Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubiran

Dr. Gerardo Salazar Gutiérrez
Nutrición de monogástricos
INIFAP – Jalisco

M.C. J. Vidal Rubio Ceja
Nutrición de rumiantes
INIFAP – Nayarit

M.C. Jesús Alberto Cárdenas Sánchez
Pequeños rumiantes
INIFAP – Nayarit

M.C. José de Jesús Bustamante Guerrero
Nutrición de rumiantes
INIFAP – Nayarit

REPRODUCCIÓN Y GENÉTICA ANIMAL

Ph. D. José Fernando de la Torre Sánchez
Reproducción Animal

Centro Nacional de Recursos Genéticos INIFAP – Jalisco

Ph. D. Guillermo Martínez Velásquez
Recursos Genéticos Pecuarios
INIFAP – Nayarit

M.C. Horacio Álvarez Gallardo
Recursos Genéticos Pecuarios
Centro Nacional de Recursos Genéticos INIFAP – Jalisco

MEDICINA Y SALUD ANIMAL

Dr. Sergio Martínez González
Diagnóstico clínico
Universidad Autónoma de Nayarit

Dr. Alejandro Ángel Gómez Danés
Etología y bienestar animal
Universidad Autónoma de Nayarit

Dr. Carlos González Morteo
Salud Animal
Universidad Autónoma de Nayarit

M.C. José Antonio Palacios Fránquez
Salud Animal
INIFAP – Nayarit

PROTECCIÓN DEL AMBIENTE Y LA BIODIVERSIDAD

Dra. Sandra Luz Romero Mariscal
Desarrollo rural sustentable
Universidad Autónoma de Nayarit

M.C. Luis Enrique Fregoso Tirado
Fertilidad de Suelos, Nutrición Vegetal e Ingeniería de Riego
INIFAP - Nayarit

CALIDAD E INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL Y SALUD PÚBLICA VETERINARIA

Dr. Javier German Rodríguez Carpena
Calidad e inocuidad
Universidad Autónoma de Nayarit

Dr. José Carmen Ramírez Ramírez
Calidad alimentos
Universidad Autónoma de Nayarit

PRODUCCIÓN Y ECONOMÍA PECUARIA

Dr. Ricardo Rafael Ulloa Castañeda
Administración y gestión
Universidad Autónoma de Nayarit

COMITÉ EDITORIAL

José Francisco Villanueva Avalos
Adriana Margarita Villanueva García
Carlos Andrés Villanueva García

INFORMACIÓN

<http://www.uaaan.mx/DGA/sommap/index2010.html>
<http://www.uamvz.uan.edu.mx>

El contenido de las publicaciones de la presente memoria expresa el punto de vista de sus autores y no de la institución organizadora del evento. Los resúmenes en inglés fueron publicados tal y como estos fueron enviados por los autores. Durante la evaluación de los trabajos, se llevaron a cabo algunas correcciones de ortografía y redacción sin afectar el contenido de los mismos.

AGRADECIMIENTOS

El Comité Organizador del V CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES, I CONGRESO EN CIENCIAS VETERINARIAS Y ZOOTÉCNICAS “AMADO NERVO” y la I REUNIÓN RED LATINA DE CIENCIA ANIMAL se siente muy honrado en contar con su participación, muestra del compromiso y responsabilidad que enfrentamos como profesionistas en aumentar nuestros conocimientos para ofrecer soluciones viables y factibles en nuestra importante área de trabajo y en espera de que este evento sea para todos un proceso de conocimientos compartidos que nos permita emprender un nuevo horizonte y un mejor futuro, es por ello que se AGRADECE su asistencia a este congreso y le deseamos que sea una vía de fortalecimiento e impulso de nuevos vínculos que nos permita cumplir con las necesidades que exige nuestra profesión y nuestra sociedad.

Un AGRADECIMIENTO ESPECIAL a la LA SOCIEDAD MEXICANA DE MANEJO DE PASTIZALES A.C., a la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT y al INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS por todas las aportaciones realizadas para que se llevará a cabo este gran evento.

Se agradece también al Gobierno del Estado de Nayarit, al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Nayarit, a la Coordinación General de Ganadería, SAGARPA, a FIRA Nayarit y a la Unión Ganadera del Nayarit, por su valiosa participación y contribuciones para que éste Congreso se llevará a cabo.

Así también, le agradece al Grupo Integra Destinos y Convenciones y al Hotel Marival Resort & Suites por las instalaciones y todas las facilidades que hicieron posible nuestro congreso.

M.C. José Alfredo Benítez Meza
Coordinador

PRESENTACIÓN

La Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales (SOMMAP) es una sociedad técnico científica fundada en 1986, cuyo interés primordial ha sido el de preservar y mejorar los pastizales de México, 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, captura de carbono y contribución a la disminución del calentamiento global.

En su nueva etapa, la SOMMAP ha realizado cuatro Congresos Internacionales en diferentes sedes, cubriendo la mayor parte de los ecosistemas de pastizales del país. Su primer Congreso Internacional se llevó a cabo en Chiapas, el segundo en Chihuahua, el tercero en Zacatecas, el cuarto en el estado de México y ahora en Nayarit.

En el presente Congreso, la SOMMAP en conjunto con la Universidad Autónoma de Nayarit, a través de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias integraron a este evento, el I Congreso Internacional de Ciencias Veterinarias y Zootécnicas “Amado Nervo” y se fundó la Red Latina en Ciencia Animal formada por los cuerpos o grupos de investigación, con la meta de fortalecer y eficientizar el recurso humano, material y económico para alcanzar mejores resultados y con ello contribuir al desarrollo del país y américa latina. Se conjuntaron pues, los esfuerzos para mostrar resultados de investigación y promover el intercambio de experiencias entre investigadores, docentes, estudiantes, productores y representantes de organizaciones y dependencias relacionados con el sector pecuario y de manejo de recursos naturales.

Para el Comité Organizador, es un orgullo presentar esta Memoria que contiene resultados de investigaciones de diferentes disciplinas, ya que la cantidad de trabajos presentados reflejan un creciente interés para consolidar la importancia del sector pecuario y del manejo de pastizales en el país.

El Comité Organizador agradece el apoyo del Gobierno Federal a través de la Coordinación General de Ganadería de la SAGARPA, del INIFAP, de la Universidad Autónoma de Nayarit, y especialmente el apoyo económico del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Nayarit (COCYTEN).

Gracias también a todas las personas que participaron en la organización de este evento.

Dr. Carlos E. Aguirre Calderón
Presidente de la SOMMAP

PATROCINADORES E INSTITUCIONES PARTICIPANTES



MESAS TEMATICAS

1. Especies forrajeras (praderas y forrajes de corte)

Fisiología vegetal
Estudios agronómicos y productivos
Producción de semilla
Buenas prácticas de manejo de pastizales

2. Cambio Climático

Calentamiento global
Captura de carbono

3. Producción animal

Economía y producción pecuaria
Salud animal y salud pública veterinaria
Industrialización e inocuidad de alimentos de origen animal

4. Clústers agropecuarios

Comercialización
Transferencia de tecnología

5. Ecosistemas y biodiversidad

Ecoturismo
Vida silvestre
Uso múltiple

CONTENIDO

PONENCIAS MAGISTRALES

- 01 **EL PRIVILEGIO ENERGÉTICO Y EL IMPACTO DEL FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO SOBRE LOS AGOSTADEROS.** Angélica Romero Manzanares, Edmundo García Moya y Humberto Ibarra Gil. COLOPOS.
- 02 **EL FUEGO COMO HERRAMIENTA DEL MANEJO DE PASTIZALES Y SU IMPACTO EN EL CAMBIO CLIMÁTICO.** Miguel Luna Luna y José Francisco Villanueva Avalos. INIFAP.
- 03 **CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO EN LOS PASTIZALES MEXICANOS Y LA GANADERÍA.** Carlos Villalobos G. Texas Tech University

ESPECIES FORRAJERAS (PRADERAS Y FORRAJES DE CORTE)

- 01 **IMPORTANCIA DE UN ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) EN LA PRESA “LA BOQUILLA” CHIHUAHUA, MÉXICO.** Quintana Martínez R.M., Espinoza, Prieto J.R., Ortiz Delgado R.C., Rubio Arias H. y Soto Cruz R.A.
- 02 **PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA DEL AGUA DE RIEGO EN CULTIVOS FORRAJEROS DEL DISTRITO DE RIEGO 017, COMARCA LAGUNERA, MÉXICO.** José Luis Ríos Flores, José Ruiz Torres, Miriam Torres Moreno y Jesús Enrique Cantú Brito.
- 03 **APLICACIÓN DEL ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN (IEP) PARA EL ESTUDIO DE LA SEQUÍA EN LOS PASTIZALES DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.** Jesús Alejandro Prieto Amparan, Nathalie Socorro Hernández Quiroz, Víctor Aguilar Soto, Federico Villarreal Guerrero y Carmelo Pinedo Álvarez.
- 04 **DENSIDAD DE SIEMBRA, ARREGLO DE SURCO Y EDAD DE CORTE EN LA PRODUCCIÓN FORRAJERA DE LAS VARIETADES HUMAYA Y TAINUNG-2 DE KENAF.** Daniel González, Javier Alonso Romo Rubio, Rubén Barajas Cruz, Leopoldo Raúl Flores Aguirre y Jaime Eleazar Borbolla Ibarra.
- 05 **VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE POBLACIONES DE PASTO BANDERITA [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] EN CHIHUAHUA, MÉXICO.** Carlos Raúl Morales Nieto, Alicia Melgoza Castillo, Katia del Carmen Gil Vega, Adrián Quero Carrillo, Pedro Jurado Guerra y Martín Martínez Salvador.
- 06 **ANATOMÍA DE HOJA SENESCENTE DE GENOTIPOS DE *Cenchrus ciliaris*.** L. Silvia Cervantes Sánchez, Adrián R. Quero Carrillo, Paulino Pérez Rodríguez, Hilda Araceli Zavaleta Mancera, Alejandrina Robledo Paz y Alfonso Hernández Garay.

- 07 **PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS EN HOJA SENESCENTE DE GENOTIPOS DE *Cenchrus ciliaris* L.** Silvia Cervantes Sánchez, Adrián R. Quero Carrillo, Paulino Pérez Rodríguez, Hilda Araceli Zavaleta Mancera, Alejandrina Robledo Paz y Alfonso Hernández Garay.
- 08 **EFEECTO DEL ESTRÉS HIDRICO EN ZACATE GIGANTE (*Leptochloa dubia*) Y BUFFEL (*Pennisetum ciliare*).** Bianca Nereida Romero Alvarado, Carlos Raúl Morales Nieto, Carlos Rene Lara Macías, Nelson Aguilar Palma y Edith Sáenz Flores.
- 09 **ESTRATEGIAS DE GERMINACIÓN DE PLANTAS NATIVAS CON DOS NIVELES DE HUMEDAD.** David Prado, Otilia Rivera, Carlos Morales, Federico Villarreal y Alicia Melgoza.
- 10 **ESTABLECIMIENTO DEL ZACATE NAVAJITA [*Bouteloua gracilis* (Willd. Ex Kunth) Lag. Ex Griffiths] Y ZACATE LLORÓN [*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees] SOMETIDOS A CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO.** Juan Alejandro Cova Soto, Carlos Raúl Morales Nieto, Rubén Saucedo Terán Nelson Aguilar Palma y Edith Sáenz Flores.
- 11 **ESTABLECIMIENTO DE TRES PASTOS PERENNES DE TEMPORAL (BUFFEL, GARRAPATA Y BANDERITA) EN EL ALTIPLANO DE SAN LUIS POTOSI.** Mauricio Velázquez-Martínez, Filogonio Jesús Hernández Guzmán, José Francisco Cervantes Becerra y Héctor Guillermo Gámez Vázquez.
- 12 **VELOCIDAD DE GERMINACIÓN CARIOPSIDES Y DIASPORAS POSTERIOR AL ENVEJECIMIENTO ACELERADO EN DOS PASTOS NATIVOS Y DOS INTRODUCIDOS.** Filogonio Jesús Hernández Guzmán, Adrián Raymundo Quero Carrillo, Paulino Pérez Rodríguez, Mauricio Velázquez Martínez y José Alfredo Hernández Maruri.
- 13 **TASA DE CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., INOCULADAS CON BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.** Raúl Plascencia Jiménez, Adrián R. Quero Carrillo, Roberto Quintero Lizaola y Santos Morales Vidal.
- 14 **COMPETENCIA DE GRAMÍNEAS INTRODUCIDAS EN CAMA DE SIEMBRA CON RASTREO PARCIAL.** Raúl Corrales Lerma y Carlos Raúl Morales Nieto.
- 15 **EMPLEO DEL SORBITOL Y SU RESPUESTA EN EMBRIOGENESIS SOMÁTICA DE *Bouteloua curtipendula* APOMÍCTICA.** Sánchez-López Rodrigo, César Posadas-Leal, Rosa Elena Santos-Díaz, Jorge Alberto Flores-Cano y Heriberto Méndez-Cortes.
- 16 **Potencial forrajero de 10 genotipos de pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.)Torr.] por el método de componentes principales.** Juan Fernando Sánchez-Arroyo, Adrián Raymundo Quero-Carrillo, Francisco Oscar Carrete-Carreón, Carlos Raúl Morales-Nieto y Manuel Murillo-Ortiz.
- 17 **COMPORTAMIENTO DE TRES ESPECIES FORRAJERAS, BAJO ESTRÉS HÍDRICO PARA SIMULAR SEQUÍA.** Obed Gabriel Gutiérrez y Carlos Raúl Morales Nieto.

- 18 **COMPORTAMIENTO Y EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE ZACATE BANDERITA [*Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr.], BAJO ESTRÉS HÍDRICO.** Alan Álvarez Holguín, Carlos Raúl Morales Nieto, Alicia Melgoza Castillo, Santos Sierra Tristán, Juan Ángel Ortega Gutiérrez y Edith Sáenz Flores.
- 19 **COMPORTAMIENTO DEL ZACATE BANDERITA [*Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr.] Y ZACATE GARRAPATA (*Eragrostis superba* PEYR.), BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO.** Ramón Medina Molina, Carlos Raúl Morales Nieto, Pedro Jurado Guerra, Nelson Aguilar Palma y Edith Sáenz Flores.
- 20 **PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE DIFERENTES GRAMÍNEAS EN EPOCA DE SEQUÍA EN EL ALTIPLANO DE ZACATECAS (RESUMEN).** Francisco Antonio Rubio Aguirre, Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez, Francisco Villanueva Avalos y Carlos Raúl Morales Nieto.
- 21 **EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE NOPAL FORRAJERO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN EL ESTADO DE ZACATECAS.** Ramón Gutiérrez Luna, Daniel Rodríguez Tenorio, Alejandra Rayas Ibarra, Erica Gabriela Hernández Ayala y Guillermina Martínez Trejo.
- 22 **COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVILLO (*Dactylis glomerata* L.), BALLICO PERENE (*Lolium perenne* L.) ASOCIADO CON TREBOL BLANCO (*Trifolium repens* L.).** Adelaido Rafael Rojas García, Alfonso Hernández Garay, Santiago Joaquín Cansino, Joel Ventura Ríos, Mario A. Santiago Ortega, María A. Maldonado Peralta y Sergio I. Mendoza Pedroza.
- 23 **DIVERSIDAD GENÉTICA DE BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL Y ASOCIATIVIDAD CON *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.** Raúl Plascencia Jiménez, Adrián R. Quero Carrillo, Roberto Quintero Lizaola, Santos Morales Vidal y Filiberto Herrera Cedano.
- 24 **DIVERSIDAD DE MICROORGANISMOS DE LA RIZOSFERA, ASOCIADOS A *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., EN REGIONES SEMIÁRIDAS DE MÉXICO.** Raúl Plascencia Jiménez, Adrián R. Quero Carrillo, Roberto Quintero Lizaola, Santos Morales Vidal y Filiberto Herrera Cedano.
- 25 **BACTERIAS DIAZOTRÓFICAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL, EVALUADAS EN *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.** Raúl Plascencia Jiménez, Adrián R. Quero Carrillo, Roberto Quintero Lizaola y Santo Morales Vidal.
- 26 **RENDIMIENTO DE FORRAJE Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO TOLEDO *Brachiaria brizantha* CIAT 26110 A DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE.** Santiago Ortega Mario Alberto, Honorato Salazar José Amador, Quero Carrillo Adrián Raymundo, Ventura Ríos Joel, Hernández Garay Alfonso Calzada Marín Jesús Miguel y Rojas García Adelaido Rafael.

- 27 **PRODUCCIÓN ANUAL DE BIOMASA DE CUATRO CULTIVARES DE *Pennisetum purpureum* A DISTANTES DISTANCIAS DE SIEMBRA, EN LA REGIÓN CENTRAL DE VERACRUZ.** Javier Francisco Enríquez Quiroz, Francisco Enrique Cab Jiménez, Isaías López Guerrero, Néstor Francisco Nicolás y Maribel Montero Lagunes.
- 28 **RENDIMIENTO ANUAL DE FORRAJE DE CINCO PASTOS TROPICALES CON FERTILIZACIÓN Y RIEGO VS MANEJO TRADICIONAL, EN LA REGIÓN CENTRAL DE VERACRUZ.** Javier F. Enríquez Quiroz, Maribel Montero Lagunes, Francisco I. Juárez Lagunes, Isaías López Guerrero, Francisco E. Cab Jiménez y Gregorio Núñez Hernández.
- 29 **PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO TAIWÁN *Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone A DISTANTES FRECUENCIAS DE CORTE.** Ventura Ríos Joel, Honorato Salazar José Amador, Hernández Garay Alfonso, Santiago Ortega Mario Alberto, Calzada Marín Jesús Miguel y Enríquez Quiroz Javier Francisco.
- 30 **PERFIL BROMATOLÓGICO Y NUTRICIONAL DE FORRAJE DE CANOLA (*Brassica napus* L.) EN FLORACIÓN TEMPRANA Y TARDÍA BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL.** Espinoza-Canales A., Gutiérrez-Bañuelos H., Sánchez-Gutiérrez R. A., Muro-Reyes A., Gutiérrez-Piña F.J., Corral-Luna A., Anderson R. C., Medina-Flores C.A. y Díaz-García L. H.
- 31 **DINÁMICA DEL CRECIMIENTO DE SEIS CULTIVARES DE *Pennisetum purpureum* EN LA LLANURA COSTERA DE VERACRUZ.** Vinay Vadillo Julio César, Teresa Beatriz García Peniche, López Guerrero Isaías y Vásquez Hernández Andrés.
- 32 **VALOR NUTRITIVO Y PRODUCCIÓN de *Pennisetum purpureum* (MARALFALFA) EN DISTANTES ESTADOS DE MADUREZ DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS.** Rubio Vázquez Héctor Alonso, Gómez-Gurrola Agapito, Loya Olguín José Lenin, Ramírez José Carmen, Gómez Gurrola Julio Alfonso, Benítez Meza José Alfredo, Hernández Ballesteros Juan Antonio y Sanginés García Leonor.
- 33 **COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS TROPICALES.** Montero-Lagunes Maribel, Juárez-Lagunes Francisco Indalecio, Enríquez-Quiroz Javier Francisco, Cab-Jiménez Francisco Enrique y Canudas-Lara Eduardo Guillermo.
- 34 **EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA Y NUTRICIONAL DEL CHAMIZO (*Atriplex canescens*) EN REGIONES SEMIÁRIDAS DE ZACATECAS DURANTE TRES ESTACIONES DEL AÑO.** García-Cervantes D., Gutiérrez-Bañuelos H., Quero-Carrillo A. R., Rodríguez-Tenorio D., Muro-Reyes A., Gutiérrez-Piña F. J., Espinoza-Canales A. y Sánchez-Gutiérrez R. A.
- 35 **ESTATUS MINERAL DE SUELO Y FORRAJE DE ZONAS DE PASTOREO DE GANADO DE CARNE DEL NORTE DE NAYARIT.** J. Vidal Rubio Ceja, José Francisco Villanueva Avalos y Jesús Alberto Cárdenas Sánchez.

- 36 **EFFECTO DEL FUEGO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE *Melinis repens* (WILLD.) ZIZKA, EN AGUASCALIENTES.** Ernesto Flores Ancira, León Arturo Lozano García, Miguel Luna, José de Jesús Luna Ruiz, Antonio de Jesús Meraz Jiménez, Abraham Díaz Romo y Carlos Haubi Segura.
- 37 **GRAMÍNEAS Y OTRAS FORRAJERAS NATIVAS E INVASORAS DE DOS ECOSISTEMAS RIPARIOS DEL CENTRO DE NUEVO LEÓN.** Marco Antonio Guzmán Lucio, Alan Alberto Hernández Cavazos, Rahim Foroughbakhch Pournavab, Hilda Gámez González y Sergio Moreno Limón.
- 38 **MALEZAS FORRAJERAS NATIVAS, INTRODUCIDAS E INVASORAS ESTABLECIDAS COMO RUDERALES EN LA CIUDAD DE MONTERREY, NUEVO LEÓN.** Marco Antonio Guzmán Lucio, María Rebeca Martínez Silva, Sergio Manuel Salcedo Martínez, Marco Antonio Alvarado Vázquez y Alejandra Rocha Estrada.
- 39 **CONTROLLING PURPLE THREEAWN (*Aristida purpurea*) ON INFESTED GRASSLANDS WITH SEASONAL BURNING AND DEFOLIATION.** Leobardo Richarte and Carlos Villalobos.
- 40 **PRODUCCION DE SEMILLA DE PASTOS INTRODUCIDOS BAJO RIEGO Y FERTILIZACION EN EL NORTE DE MEXICO.** Edith Sáenz Flores, Rubén Alfonso Saucedo Terán, Carlos Raúl Morales Nieto, Pedro Jurado Guerra, Carlos Lara Macías, Alicia Melgoza Castillo y Juan Ángel Ortega.
- 41 **SEED CONSUMPTION PREFERENCES OF GRASSLAND SPARROWS FOR NATIVE AND INTRODUCED GRASSES.** Mieke Titulaer and Alicia Melgoza Castillo.
- 42 **RECOLECTA DE RECURSOS GENÉTICOS DE AZUCHE *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, EN EL TRÓPICO MEXICANO.** Vega LMA, Quero CAR., Silva LM, Villanueva AJF, Jiménez GR y JF Enríquez Q.
- 43 **APLICACIÓN DE SENSORES REMOTOS EN LA DINAMICA DE CAMBIOS DE COMUNIDADES DE PASTIZAL EN EL DESIERTO DE CHIHUAHUA.** Alfredo Pinedo Álvarez, Carmelo Pinedo Álvarez, Carlos Manjarrez Domínguez Federico Villarreal Guerrero y Nathalie Socorro Hernández Quiroz.
- 44 **CONSUMO DE NUTRIENTES POR OVEJAS DE PELO EN PRADERAS DE PASTO PANGOLA (*Digitaria decumbens*).** Cárdenas Sánchez Jesús Alberto.
- 45 **MAGNESIO EN LA DIETA DE BOVINOS PASTOREANDO UN PASTIZAL NATIVO EN LA ÉPOCA LLUVIOSA EN EL ESTADO DE ZACATECAS.** Miguel Márquez Madrid, Héctor Gutiérrez Bañuelos, Ricardo David Valdez Cepeda, Rómulo Bañuelos Valenzuela, Eduardo Manzanares Acuña y Fidel Blanco Macías.

- 46 **CALIDAD DE LA DIETA DE BOVINOS PASTOREANDO UN PASTIZAL NATIVO DURANTE LA ESTACIÓN DE CRECIMIENTO EN EL ESTADO DE ZACATECAS.** Miguel Márquez Madrid, Héctor Gutiérrez Bañuelos, Ricardo David Valdez Cepeda, Rómulo Bañuelos Valenzuela, Raúl Rene Ruiz Garduño y Fidel Blanco Macías.
- 47 **INFLUENCIA DEL SISTEMA SILVOPASTORIL “CERCAS VIVAS” DE *Gliricidia sepium* EN LA RESPIRACIÓN DEL SUELO EN TACOTALPA, TABASCO, MÉXICO.** Gilberto Villanueva-López, Fernando Casanova-Lugo, Luis Ramírez-Avilés y Pablo Martínez-Zurimendi.
- 48 **APORTES DE NITRÓGENO DE LEUCAENA ESTABLECIDA EN DIFERENTES ARREGLOS DE SIEMBRA EN PRADERAS DE GUINEA.** Javier Enrique Castillo H. y Fernando Rivas P. y Luís Ortega R.
- 49 **EXTRACCIÓN UNITARIA DE NUTRIENTES DE CUATRO CULTIVARES DE *Pennisetum purpureum* EN LA LLANURA COSTERA DE VERACRUZ.** Julio César Vinay Vadillo, Andrés Vásquez Hernández, Isaías López Guerrero y Teresa García Peniche.
- 50 **NITRÓGENO DEL SUELO EN MATORRALES DE CHIHUAHUA.** Pedro Jurado Guerra, Rubén Saucedo Terán, Carlos Morales Nieto y Martín Martínez Salvador.
- 51 **LOS ZACATES (FAMILIA POACEAE) DEL RANCHO “LOS ÁNGELES”, MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. IDENTIFICACIÓN POR CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS.** Ricardo Vásquez Aldape y Alejandro García Valente.
- 52 **VEGETACION DE SIERRA RICA, MANUEL BENAVIDES, CHIHUAHUA.** Alicia Juárez, Alicia Melgoza, Carmelo Pinedo y Mario H. Royo.
- 53 **RECURSOS NATURALES PARA SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES SUSTENTABLES EN LA MIXTECA BAJA DE OAXACA, MÉXICO.** Arias L., Soriano R. Y Rivera L. y Almaraz B.I.
- 54 **ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LA ALIMENTACION ANIMAL EN EL AREA CENTRAL DE TAMAULIPAS.** Manuel de la Garza Caballero y Rubén Darío Garza Cedillo.
- 55 **ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN CUATRO VARIEDADES DE SORGO FORRAJERO, EN CLIMA TEMPLADO.** Alejandra Pérez Hernández, Adrián Raymundo Quero Carrillo, José Alberto Escalante Estrada, Leopoldo Mendoza Onofre, Ma. Teresa Rodríguez González, Leopoldo E. Mendoza Onofre y Santiago Garduño Velázquez.
- 56 **RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE SORGO FORRAJERO COSECHADOS A 90% DE INTERCEPTACIÓN LUMINOSA.** Alejandra Pérez Hernández, Adrián Raymundo Quero Carrillo, José Alberto Escalante Estrada, Leopoldo Mendoza Onofre, Ma. Teresa Rodríguez González y Santiago Garduño Velázquez.
- 57 **COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN VARIEDADES DE SORGO.** Samuel Puente Guillen, Rubén Darío Garza Cedillo, Manuel de la Garza Caballero, Pedro Hernández Rojas y Andrés Gilberto Limas Martínez.

- 58 **EVALUACION DE CULTIVARES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) CON POTENCIAL FORRAJERO EN DIFERENTES ETAPAS FENOLÓGICAS EN EL ESTADO DE MÉXICO.** Muñoz Rosales Gabriela Minerva, Tovar Gómez Ma. del Rosario, Tovar Gómez Beatriz, Pérez Mendoza Claudia, Mata Montes de Oca Miguel y Bonilla Cárdenas Jorge Armando.
- 59 **ESTUDIO DE AJUSTE DE CARGA ANIMAL EN TIERRAS DE PASTOREO DEL SISTEMA BOVINOS CARNE DE COLIMA.** Alfredo González Sotelo, Alejandro Yáñez Muñoz, Manuel Silva Luna, Luis Antonio González Eguiarte, Raymundo Vázquez Gómez, Jorge Pineda Lucatero, Francisco Radillo Juárez y Ardían Martín Silva Martínez.

PRODUCCIÓN ANIMAL

- 60 **FACTORES DE CRECIMIENTO EN EL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCION GANADERA, EN LA REGIÓN DE LA COMARCA LAGUNERA.** José Luís Ríos Flores, Marco Antonio Torres Moreno, Miriam Torres Moreno, José Ruiz Torres y Miguel Ángel Mata Espinoza.
- 61 **FACTORES DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE LA GANADERÍA LECHERA DE LA COMARCA LAGUNERA.** José Luís Ríos Flores, Marco Antonio Torres Moreno, Miriam Torres Moreno, José Ruiz Torres y Miguel Ángel Mata Espinoza.
- 62 **ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE CINCO MATERIALES NATURALES ANTE EL MEDIO RUMINAL (*in vitro*) Y CON POTENCIAL APLICACIÓN DE ADSORCIÓN DE GEI.** Valenzuela Castro Gabriela Edith, Cortés Palacios Leonor, Collins Martínez Virginia Hidolina, Corral Luna Agustín y Pinedo Álvarez Carmelo.
- 63 **EFECTO DEL NÚMERO DE MUESTRAS EN EL DESARROLLO DE ECUACIONES DE CALIBRACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PROTEÍNA CRUDA DE PASTOS TROPICALES.** Basurto Gutiérrez Ricardo, Ramírez Rodríguez Erika, Jiménez Guillén Régulo y Juan Becerra.
- 64 **FERMENTACIÓN ÁCIDO LÁCTICA DE DESECHOS DE PESCADO ADICIONADOS CON CÁSCARA DE PIÑA.** José Carmen Ramírez, Francisco Arce Romero, José Lenin Loya Olgún, José Armando Ulloa, Petra Rosas Ulloa y Agapito Gómez Gurrola.
- 65 **PATRONES DE FERMENTACIÓN RUMINAL DE NOVILLOS EN PASTOREO.** Osvaldo Reyes Estrada, Manuel Murillo Ortiz, Esperanza Herrera Torres, Francisco Oscar Carrete Carreón y J. Natividad Gurrola Reyes.
- 66 **EVALUACIÓN DEL HENO DE SOYITA (*Vigna radiata*) EN DIETAS INTEGRALES PARA BOVINOS EN CONFINAMIENTO.** Ramiro A. Benavides González, Eduardo A González Valenzuela, Jaime Salinas Chavira y José Miguel Ávila Curiel.

- 67 **SUPLEMENTANDO PECTINA EN BOVINOS: UNA POSIBLE VÍA PARA REDUCIR EL COLESTEROL EN CARNE.** Cruz-Monterrosa Rosy, Ramírez-Briebesca Efrén y Guerrero-Legarreta Isabel.
- 68 **VALIDACION DEL USO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) COMO ALIMENTO DE BECERROS DESTETADOS.** Manuel Silva Luna, Mario Antonio Vega Loera, Cándido Enrique Guerra Medina, Alfredo González Sotelo y Alejandro Yáñez Muñoz.
- 69 **VALIDACIÓN DE UNA VACUNA EN CAMPO PARA EL CONTROL DE GARRAPATAS EN BOVINOS DEL TRÓPICO.** José Antonio Palacios Fránquez, José de Jesús Bustamante Guerrero, Guillermo Martínez Velázquez y Rubén Hernández Ortiz.
- 70 **RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA CANAL DE TORETES CRIOLLOS FINALIZADOS EN CORRAL.** Bustamante GJJ, Martínez VG, Basurto GR, Palacios FJA, Moreno FLA y Montañó BM.
- 71 **PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN CARNE DE TORETES CRIOLLO ALIMENTADOS CON DISTINTOS NIVELES DE ENERGIA EN LA DIETA.** José de Jesús Bustamante Guerrero, Guillermo Martínez Velázquez, José Antonio Palacios Fránquez y Ricardo Basurto Gutiérrez.
- 72 **ANÁLISIS DE LA TENDENCIA Y TASA DE CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACA EN MÉXICO.** Góngora, González Sergio, Vélez, Izquierdo Alejandra, Jolalpa, Barrera José, Moctezuma López Georgel, Espinoza Arellano Jesús y Espinosa García José.
- 73 **REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA Y PROTEÍNA METABOLIZABLES DE VACAS HOLSTEIN X CEBÚ LACTANDO EN EL TRÓPICO.** Juárez-Lagunes Francisco Indalecio, Cristóbal-Carballo Omar, Montero-Lagunes Maribel, Hernández-Hernández Víctor Delio, Zarate-Martínez Juan Prisciliano, Ríos-Utrera Ángel, Enríquez-Quiroz Javier Francisco y Canudas-Lara Eduardo Guillermo.
- 74 **PRODUCCIÓN DE LECHE POR LACTANCIA DE VACAS SUIZO PARDO POR CEBÚ EN PASTOREO EN CLIMA CÁLIDO SUBHÚMEDO. ESTUDIO DE CASO.** García Peniche Teresa Beatriz y López Guerrero Isaías.
- 75 **PROPIONATO DE CALCIO Y PROPILENGLICOL EN DIETAS PARA BORREGOS DE ENGORDA.** Fernando Campos Quintero, Cándido Enrique Guerra Medina, Oziel Dante Montañez Valdez, José Andrés Reyes Gutiérrez y García Flores Enrique Octavio.
- 76 **INCLUSIÓN DE EXCRETAS PORCINAS Y AVÍCOLAS EN ALIMENTACIÓN DE OVINOS, EFECTOS SOBRE LA RENTABILIDAD, CALIDAD E INOCUIDAD DE LA CANAL.** Sánchez Ch. David Román, Reyes C. David Ángel, Galindo G. Jorge, Hernández G., Jorge Jiménez P., Cecilia Rodríguez E., Adolfo Ramírez y A. Mariana.

- 77 **DEGRADACIÓN *in vitro* DE RASTROJO DE MAÍZ Y PUNTA DE CAÑA CON ADICIÓN DE UREA.** José Alberto Corona Cruz, Cándido Enrique Guerra Medina, Oziel Dante Montañez Valdez y Andrés Reyes Gutiérrez.
- 78 **INDICE DE PROLIFICIDAD EN OVINOS PELIBUEY, KATAHADIN Y SUS CRUZAS EN EL NORTE DE TAMAULIPAS.** Rubén Darío Garza Cedillo, Manuel de la Garza Caballero, Pedro Hernández Rojas y Andrés Gilberto Limas Martínez.
- 79 **FECAL SHEDDING OF *Mycobacterium avium* SUBSP. PARATUBERCULOSIS IN EARLY STAGE OF PARATUBERCULOSIS; STUDY IN SHEEP MODEL.** Elizama Ponce Barraza, Tomás Cárdenas Reyna, Víctor Manuel González Vizcarra, Gerardo Enrique Medina Basulto y Sawako Hori-Oshima.
- 80 **THE EFFECTS OF AGROINDUSTRY SUB-PRODUCTS ON FORAGE INTAKE, DIET DIGESTIBILITY, AND PERFORMANCE OF GOATS AND SHEEP.** Aldo Torres Sales, María das Gracias Gomes, Wandrick H. de Souza and Carlos Villalobos.
- 81 **DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE LA POBLACIÓN FOLICULAR DESPUES DE LA APLICACIÓN DE PIROXICAM EN CABRAS.** Segundo Pérez Rafaela, Miranda Jiménez Leonor, Gómez Danés Alejandro Ángel y Casiano Ventura Miguel Ángel.
- 82 **EFFECTOS DEL MEDIO Y TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO PARA EL TRANSPORTE DE BLASTOCISTOS DE BOVINOS PRODUCIDOS *in vitro* E *in vivo*.** Antillón Ruiz Javier, Barceló Fimbres Moisés, Anchondo Garay Alfredo, Grado Ahuir Juan Alberto y Rodríguez Almeida Felipe Alonso.
- 83 **CAMBIOS EN EL PATRÓN DE UNIÓN DE GLICOPROTEÍNAS DE MEMBRANA DE ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMALES DE *Ovis aries* EN FUNCIÓN DEL TIEMPO POST MÓRTEM.** Colombo J., Claudia, Fierro P., Reyna, Ávalos R., Alejandro, Cortés B., Edith, González M., Humberto y Vergara O., Marcela.
- 84 **EVALUACIÓN DE CONCENTRACIONES DE EXTRACTO DE *Larrea tridentata* COMO GARRAPATICIDA.** Luis Lauro de León González, Miguel Mellado Bosque, Juan Ricardo Reynaga Valdés, Luis Pérez Romero, Ariday Salinas Zárata y Jesús Cabrera Hernández.
- 85 **THYMOL AND CARVACROL ASSESSING IN CHICKEN BREAST.** Fidel Ávila Ramos, Carlos Alfredo Carmona Gasca, Francisco Escalera Valente, Omar Francisco Prado Rebolledo and García Márquez Luís Jorge.
- 86 **PARAMETROS AL NACIMIENTO Y SACRIFICIO DE CUYES (*Cavia porcellus*) EN NAYARIT, MÉXICO.** Samuel Barrera Zúñiga, Sergio Martínez González, Francisco Escalera Valente, Bladimir Peña Parra, Lenin Loya Olguín y Humberto Macías Coronel.

- 87 EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE KELPROIDANMR COMO ADITIVO ALIMENTARIO PARA JUVENILES DEL CAMARÓN PATIBLANCO (*Litopenaeus vannamei*).** Ranferi Gutiérrez Leyva, Roberto Civera Cerecedo, María Margarita Casas Valdez, Ernesto Goytortúa Bores, Sonia Guadalupe Rocha Meza y Dolores Rondero Astorga.

CAMBIO CLIMÁTICO

- 88 PROJECTIONS OF TWO SHRUB FORAGE SPECIE DISTRIBUTION IN MÉXICO UNDER CLIMATE CHANGE SCENARIOS.** Noé Durán Puga, José Lenin Loya Olguín, José Ariel Ruiz Corral, Diego Raymundo González Eguiarte, Juan Diego García Paredes y Sergio Martínez González.

CLÚSTERS AGROPECUARIOS

- 89 ANÁLISIS DE PERTINENCIA Y CONGRUENCIA DE LAS AGENDAS DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL SECTOR PECUARIO DE LA REGIÓN PACÍFICO CENTRO DE MÉXICO.** Alfredo González Sotelo, Alejandro Yáñez Muñoz, J Vidal Rubio Ceja, Jorge Jiménez Ochoa, Raúl Martínez López, Raymundo Vázquez Gómez, José Antonio Espinoza García y Angélica Estrada Magdaleno.
- 90 IDENTIFICACIÓN DE MODULOS DEMOSTRATIVOS PECUARIOS EN LA REGIÓN OCCIDENTE DE MEXICO.** Alejandro Yáñez Muñoz, Alfredo González Sotelo, J. Vidal Rubio Ceja, Raúl Martínez López, Jorge Jiménez Ochoa, Justo Rivera Maldonado, Angélica Estrada Magdaleno y Raymundo Vázquez Gómez.

ECOSISTEMAS Y BIODIVERSIDAD

- 91 PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA CONSERVAR EL JAGUAR (*Panthera onca*) EN LA SIERRA DE VALLEJO NAYARIT, MÉXICO.** Carlos Alejandro González Morteo, Sandra Luz Romero Mariscal, Luz Armida Quiñonez Zarate y José Ramón Olivo Estrada.

I REUNIÓN RED LATINA DE CIENCIA ANIMAL

- 92 CUERPO ACADÉMICO. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA (UCO-CA-11). EN CONSOLIDACIÓN.** Luis Jorge García Márquez, Rafael Julio Macedo Barragán y Omar Francisco Prado Rebolledo.

- 93 **GRUPO DE INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA DE GANADERÍA DEL COLEGIO DE POSTGRADUADOS. CONSOLIDADO.** José Ricardo Bárcena Gama.
- 94 **PRODUCCIÓN Y BIOTECNOLOGÍA ANIMAL (UAN-CA-249). EN CONSOLIDACIÓN.** Ávila Ramos Fidel, Carmona Gasca Carlos, Escalera Valente Francisco, Gómez Danés Alejandro Ángel, Loya Olguin José Lenin, Martínez González Sergio, Martínez Virgen Marisela, Ulloa Castañeda Ricardo Rafael y Valdés García Yissel Sacnichte.
- 95 **GRUPO DE RECURSOS SOCIOAMBIENTALES Y SUSTENTABILIDAD.** Ramón Soriano Robles, Ladislao Arias Margarito e Isaac Almaraz Buendía.
- 96 **CUERPO ACADEMICO 03. TECNOLOGIA DE PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL (UACHCA-3). CONSOLIDADO.** Francisco A. Núñez G., Alma D. Alarcón R., J. Arturo García M., Ana L. Rentería M., José Carlos Rodríguez F., América Chávez M. e Iván A. García G.
- 97 **CUERPO ACADÉMICO. PRODUCCIÓN ANIMAL (UAZ-CAPA-107). EN CONSOLIDACION.** Gutiérrez-Bañuelos H., Medina-Flores C. A., Muro-Reyes A., Gutiérrez-Piña F. J. y Bañuelos-Valenzuela R.
- 98 **CUERPO ACADEMICO. RECURSOS NATURALES Y ECOLOGIA (UACHIH-CA-16). EN CONSOLIDACION.** Leonor Cortes, Alicia Melgoza, Carlos Morales, Carmelo Pinedo, Marusia Rentería y Rey Quintana y Cristina Vélez.
- 99 **CUERPO ACADÉMICO. PRODUCCIÓN ANIMAL (UASLP-CA-227). EN FORMACION.** Marco Antonio Rivas Jacobo, Camelia Alejandra Herrera Corredor, Héctor Aarón Lee Rangel y Anabel Romero Dávila.
- 100 **CUERPO ACADÉMICO. INNOVACIÓN AGROBIOTECNOLÓGICA. EN FORMACION.** Pedro Zetina Córdoba, Teresita de Jesús Ariza Ortega, Lorena Fernández López y Miguel Vicente Teco Jácome.

EXTEMPORANEOS

- 101 **RECUPERACIÓN DE ANTICUERPOS POLICLONALES DE YEMA (IGYS) PRODUCIDOS CONTRA AISLADOS DE *Staphylococcus aureus*.** Carlos Alfredo Carmona-Gasca, Fidel Ávila Ramos, Francisco Escalera Valente, Omar Francisco Prado Rebolledo, García Márquez Luís Jorge, Marco Cajero-Juárez y Juan José Valdez-Alarcón.
- 102 **DISEÑO DE UN SOFTWARE DE CÓDIGO ABIERTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE AISLADOS DE *Staphylococcus aureus* POR SPA-TYPING.** Carlos Alfredo Carmona-Gasca, Fidel Ávila Ramos, Alejandro Ángel Gómez Danés, Fernando Benjamín Carrillo Díaz, Bladimir Peña Parra, Marco Cajero-Juárez y Juan José Valdez-Alarcón.

PONENCIAS MAGISTRALES

001 EL PRIVILEGIO ENERGÉTICO Y EL IMPACTO DEL *FRACTURAMIENTO* *HIDRÁULICO* SOBRE LOS AGOSTADEROS

ENERGY PRIVILEGE AND IMPACT OF FRACKING ON RANGELANDS

Angélica Romero Manzanares¹, Edmundo García Moya¹, Humberto Ibarra Gil²

¹Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo, Postgrado en Botánica, Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Mpio. Texcoco. CP 56230. Fax/Tel. (595) 9520247, dahly@colpos.mx, edmundo@colpos.mx

² UANL, Facultad de Agronomía, Campus Ciencias Agropecuarias. Fco. Villa s/n; Col. Exhacienda "El Canada" Gral Escobedo NL (81) 13404399 ext. 3500, hibarra_gil@hotmail.com

RESUMEN

Aprovechamiento múltiple y rendimiento sostenible han marcado la pauta en la gestión de los recursos naturales, en lo general y de los agostaderos en particular. Las modificaciones a la legislación agraria, resultado de la reforma energética privilegia las actividades minero/petroleras sobre los aprovechamientos sustantivos y adjetivos que por su aptitud y restricciones biofísicas, han venido llevando a cabo los moradores de esos territorios desde tiempo atrás. Las afectaciones a las actividades productivas que se anticipan, la ganadería incluida, serían: despojo de tierras, agua, rompimiento de la estabilidad del suelo, fragilidad sísmica, contaminación de tierra, agua, aire, alteración de la biota, enfermedades, problemas sociales, entre otras. La fractura hidráulica (fracking) es un vocablo que convoca al debate. La explotación de un recurso limitado, no renovable ya sea mineral, gas o aceite, lo costoso de su extracción y la ponderación de los beneficios para la vida, no justifican el potencial desastre socio-ambiental que causará.

Palabras clave: aprovechamiento múltiple, agostaderos, Reforma Energética, gas/aceite de lutitas, problemas socio-ambientales.

ABSTRACT

Multiple use and sustainable yield have been the guidelines for natural resource management, rangelands included. Modifications to land tenure as a result to the Energy Reform privileges mining and oil activities on the rangelands, in spite their aptitude and potentials to produce goods and services demanded by society. The anticipated implications of this new legislation would be: land and water grabbing, soil disturbance, seismic events, contamination of land soil water air, modification of the biota, incidence of diseases and socioeconomic problems. Fracking is the new buzzword which calls us to debate for their ecological economic and social implications of it utilization in the exploitation of a nonrenewable resources such as minerals, oil, shale gas in rangelands.

Key words: multiple use, rangelands, Energy Reform, shale gas/oil, socio-environmental problems.

INTRODUCCIÓN

Este ensayo está basado en información bibliográfica. La intención es exponer los dos campos de debate que en la actualidad trastocan a los agostaderos: 1) los cambios en la legislación agraria relacionados con la Reforma Energética y que privilegian la extracción de aceite/gas de los agostaderos por encima de la productividad primaria-secundaria y 2) el impacto de la nueva tecnología, el fracturamiento hidráulico (fracking), en los diversos entornos ecosistémicos y sociales.

Del potrero al privilegio energético

Es sabido que el potrero es el entorno físico-biótico-social que históricamente ha generado forraje como propósito principal para fomentar la ganadería, pero también se sabe, que en términos ecológico-sociales ofrece otros recursos, tangibles e intangibles, bienes y servicios múltiples, tales como germoplasma, espacio abierto para construcción, facilidades específicas como aeropuertos o derechos de vía, leña, plantas medicinales, industriales, artesanales, minerales, conservación del suelo, preservación biológica, caza, pesca, cosecha de agua, hábitat para ganado y fauna silvestre, producción de oxígeno y recreación (Williams *et al.*, 1972; Heady, 1981; Johnson, 1991; Holechek *et al.*, 1989).

El concepto de Aprovechamiento Múltiple (Heady, 1981) conlleva a la utilización de todos los espacios y recursos e implica la armonía del potrero para más de un propósito (Society for Range Management, 1989). Consiste en hacer más de un aprovechamiento en tiempo y espacio, sin detrimento significativo a los valores por conservar. Implica una aceptación de los cambios inducidos por el hombre a los sistemas naturales (Cohen, 1993). Se considera que rara vez es posible maximizar los beneficios bajo la perspectiva de un solo aprovechamiento, ya que generalmente se derivan otros beneficios cuando existe la venta de otros productos, además de los pecuarios, tales como permisos para cacería, disfrute u observación de la fauna silvestre, paseos a caballo, leña y plantas ornamentales. Box (1978) hacía referencia a las cuatro F's producto de los agostaderos "Food, Fiber, Fun and Fuel", con lo que da oportunidad al tema del momento, el aprovechamiento de recursos energéticos obtenidos del subsuelo. El aprovechamiento múltiple, en la actualidad calificado como **diversificación económica**, implica armonía entre los diversos aprovechamientos primarios y secundarios: madera, agua, forraje vs fauna, paisaje y recreación, por ejemplo, de acuerdo con (Clawson, 1978). A raíz de lo anterior, cabe destacar que el pronunciamiento de Heady (op. cit.) ha sido pertinente, en razón de la controversia suscitada en torno al aprovechamiento de los recursos posibles de los terrenos públicos y la baja rentabilidad de la producción animal en los pastizales, consignada por Holecheck y Hawkes (1993) para EE. UU.

El mismo argumento fue utilizado el 7 de noviembre de 1991 por el Ejecutivo Federal (Carlos Salinas de Gortari), en la exposición de motivos (SEDATU, página electrónica) para reformar el artículo 27 Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, relacionado con el reparto de la tierra, dado el extendido minifundismo y la baja productividad de los agostaderos. Con la reforma al artículo 27 en 1992, se permite la venta del suelo ejidal y comunal, lo cual conllevaría de la venta ilegal de la tierra a la incorporación legal y ordenada del desarrollo urbano (Olivera, G., 2005).

Por la reestructuración orgánica derivada del nuevo Reglamento publicado en marzo de 1998, la Secretaría de la Reforma Agraria (SRA) dejó de realizar funciones que por Ley ya no le competían. Después, el Fideicomiso Fondo Nacional de Fomento Ejidal (FIFONAFE), capta, administra y entrega, a los núcleos agrarios, los recursos que éstos destinarían al establecimiento de sus fondos comunes, en especial los derivados del pago de indemnizaciones por expropiaciones. También ejerce la recuperación de las tierras ejidales y comunales que fueron expropiadas y en donde no se cumplió con la causa de utilidad pública.

La actual Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) inició funciones en Enero 2013, tiene como misión proporcionar certeza jurídica en la tenencia de la tierra, impulsar el ordenamiento territorial y la regularización de la propiedad rural y, elaborar políticas públicas para fomentar el acceso a la justicia y el desarrollo agrario integral, con el fin de coadyuvar en las acciones sociales que propicien bienestar en el medio rural, con el consecuente cuidado **en la preservación del medio y los recursos naturales**. Entre sus responsabilidades destaca el Programa Apoyo a Jóvenes para la Productividad de Futuras Empresas Rurales, el cual fomenta el relevo generacional en la tenencia de la tierra, apoyando a los jóvenes de núcleos agrarios, para adquirir o rentar tierra social. Los beneficiarios reciben asistencia técnica y capacitación para instrumentar proyectos productivos sustentables que mejoren sus ingresos y nivel de vida, arraigándolos en sus comunidades.

Los cambios producidos en la legislación mexicana con respecto a la tenencia de la tierra y su uso, más, el aprovechamiento de terrenos baldíos con el fin de elevar su productividad, hacen importante al concepto de aprovechamiento múltiple, sin embargo, con apoyo de los recientes enunciados en las leyes secundarias de la Reforma Energética (SENER, 2014), se privilegiará el uso de los agostaderos para la producción de mineral, con lo que se da vigencia al enunciado de Hodges (1995), donde postula que la minería es el uso más apropiado de la tierra, así como también, la obtención de petróleo/gas (hidrocarburos).

De acuerdo con la SENER, los beneficios esperados de la Reforma Energética serían: reducción del precio de la luz y el gas, a más tardar dos años después de la fecha de entrada en vigor de la legislación secundaria. Quinientos mil empleos adicionales en 2018 y 2.5 millones de empleos adicionales en 2025. Uno por ciento adicional de crecimiento del PIB en 2018 y 2% adicional en 2025. Aumento de la producción nacional de fertilizantes a precios competitivos y el ahorro de 400 millones de dólares por la importación de este insumo. Incremento en la producción de petróleo, de 2.5 millones de barriles diarios en 2013, a 3.0 millones de barriles diarios en 2018 y 3.5 millones en 2025. Incremento en la producción de gas natural, de cinco mil 700 millones de pies³ diarios en 2013, a ocho mil millones de pies³ diarios en 2018 y 10 mil 400 millones en 2025. La Reforma propone una explotación de recursos que sea responsable ambientalmente, minimizando las afectaciones previsibles al medio, garantizando la capacidad de respuesta frente a cualquier accidente o imprevisto.

Ante este panorama surge la siguiente pregunta: ¿Cómo afectarían los cambios en la legislación (modificación a las fracciones IV, VI y VII del Artículo 27 Constitucional,

transformación de las funciones de la SRA a la SEDATU y las actuales leyes secundarias de la reforma energética), al paisaje bucólico y campirano de nuestro país, México? Varias respuestas e incógnitas surgen al hurgar en la información divulgada y sintetizada en el producto de este ensayo.

La obtención de gas y aceite de esquisto bituminoso (shale)

Terminología: Geológicamente, el esquisto (roca con minerales laminares), *de origen sedimentario*, forma parte de las lutitas (roca con material detrítico: que acumula materia orgánica convertida en detritus y que puede transformarse en gas o aceite), éste último es un producto parecido al petróleo pero con menos azufre y mayor fluidez. La denominación *shale* se refiere al tipo de **esquisto sedimentario, lutita o pizarra bituminosos** (que alojan materia orgánica entre sus poros). Solo este tipo de esquisto forma el gas y aceite que se extrae mediante fracturamiento de la roca. La tecnología utilizada para la extracción del gas/aceite shale (de esquisto sedimentario bituminoso/lutita bituminosa) se conoce como fracking. La palabra fracking es una contracción de varias palabras, *slickwater hydraulic fracturing* (Corral Jurado, 2014) que significa: la fracturación hidráulica de rocas impermeables, tipo esquistos, lutitas o arcillas, mediante agua enriquecida con arena y cientos de químicos, la que es inyectada a alta presión (Ferrari, 2014).

Exploración de aceite/gas shale.

México tiene gas y petróleo en aguas profundas (zona en el mar con profundidad entre 500 y mil 500 metros) y ultraprofundas (zona en el mar con profundidad mayor a mil 500 metros), por la Planicie Costera del Golfo de México (Eguiluz, 2011; SRE, 2014). También en el área continental, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León y Tamaulipas se convertirán en la ruta de los grandes negocios petroleros, con inversiones privadas para exploración y extracción de hidrocarburos (Villamil, 2014), y, donde se prevén más conflictos agrarios y ganaderos: 81 municipios de dichas entidades federativas, los que serán afectados por la expropiación, incorporada en las nuevas leyes energéticas. Las causas de la afectación son la exploración y extracción de gas/aceite de esquisto bituminoso, centros petroquímicos, gasoductos y poliductos, los que se cederán a los inversionistas privados.

De acuerdo con la U.S. Energy Information/Administration Advances Resource International (EIA/ARI, 2013), México cuenta potencialmente con 545 trillones de pies cúbicos de gas esquisto bituminoso y 13 billones de barriles de aceite de esquisto bituminoso, lo que posiciona al país en el sexto lugar mundial, después de China, Argentina, Argelia, Estados Unidos y Canadá, derivado de un análisis sobre 137 depósitos en 41 países. Según la EIA, Petróleos Mexicanos (PEMEX, 2012) ha identificado unas 200 oportunidades de recursos de gas esquisto, ubicadas en cinco provincias geológicas del este de México (Figura 1). Las regiones con shale gas corresponden: 1) a depósitos del Paleozoico en Chihuahua, del Cretácico en la región Sabinas-Burro-Picacho, del Cretácico en Burgos, del Jurásico en Tampico-Misantla y, un depósito de antigüedad no especificada potencialmente aprovechable en Veracruz. El área prospectiva para extracción de hidrocarburos sería Piedras Negras, Coahuila,

mientras que el resto del arco costero contiene los depósitos de gas esquisto, tanto húmedo como seco (Figura 2). Los depósitos de shale gas del Jurásico son la fuente del 80% del aceite y gas descubierto en la región.

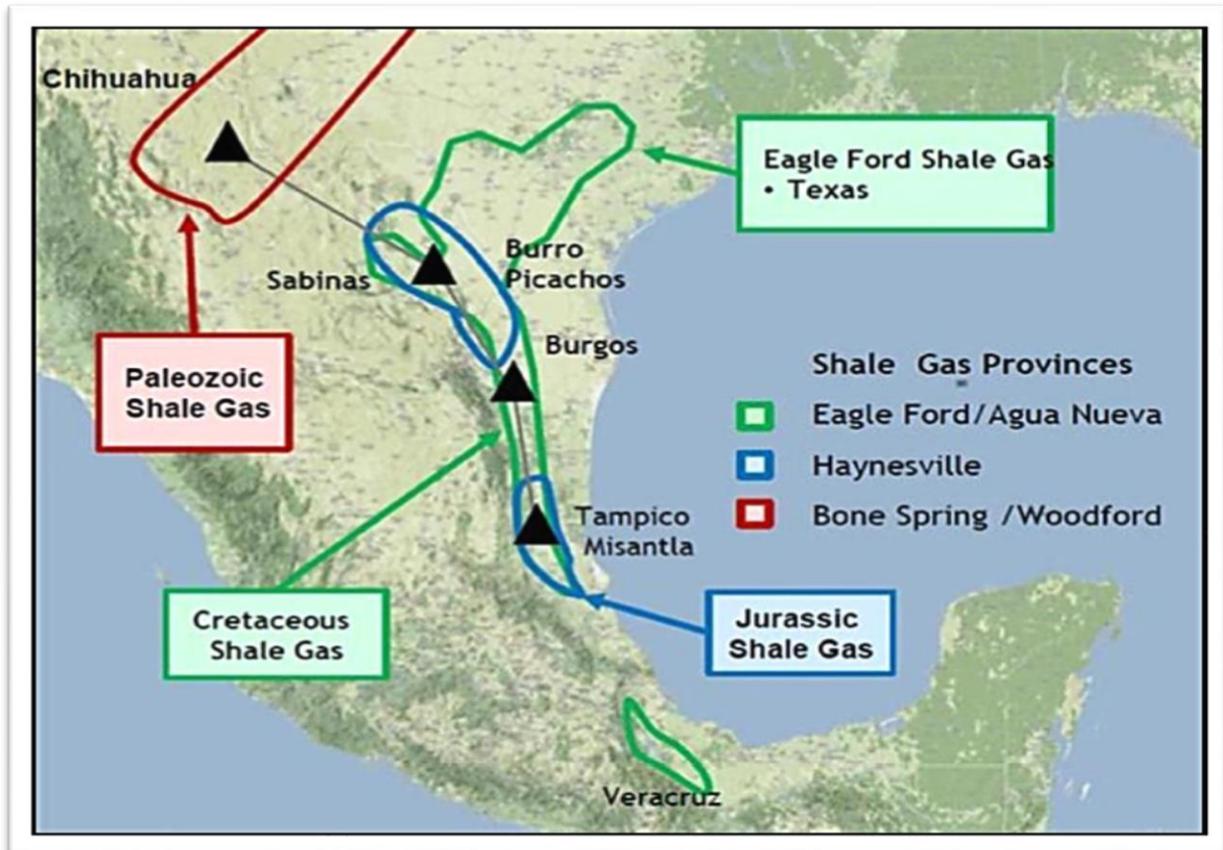


Fig.1. Mapa que identifica los depósitos potenciales de shale gas en México (EIA/ARI, 2013). La distribución representada también es conocida como el arco costero de Sabinas, Burro, Burgos (Formaciones Eagle Ford Shale y Tithonian Shale), Sabinas (Eagle Ford Shale y Tithonian La Casita), Tampico (Pimienta y Tamaulipas), Tuxpan (Pimienta), Veracruz (Maltrata).

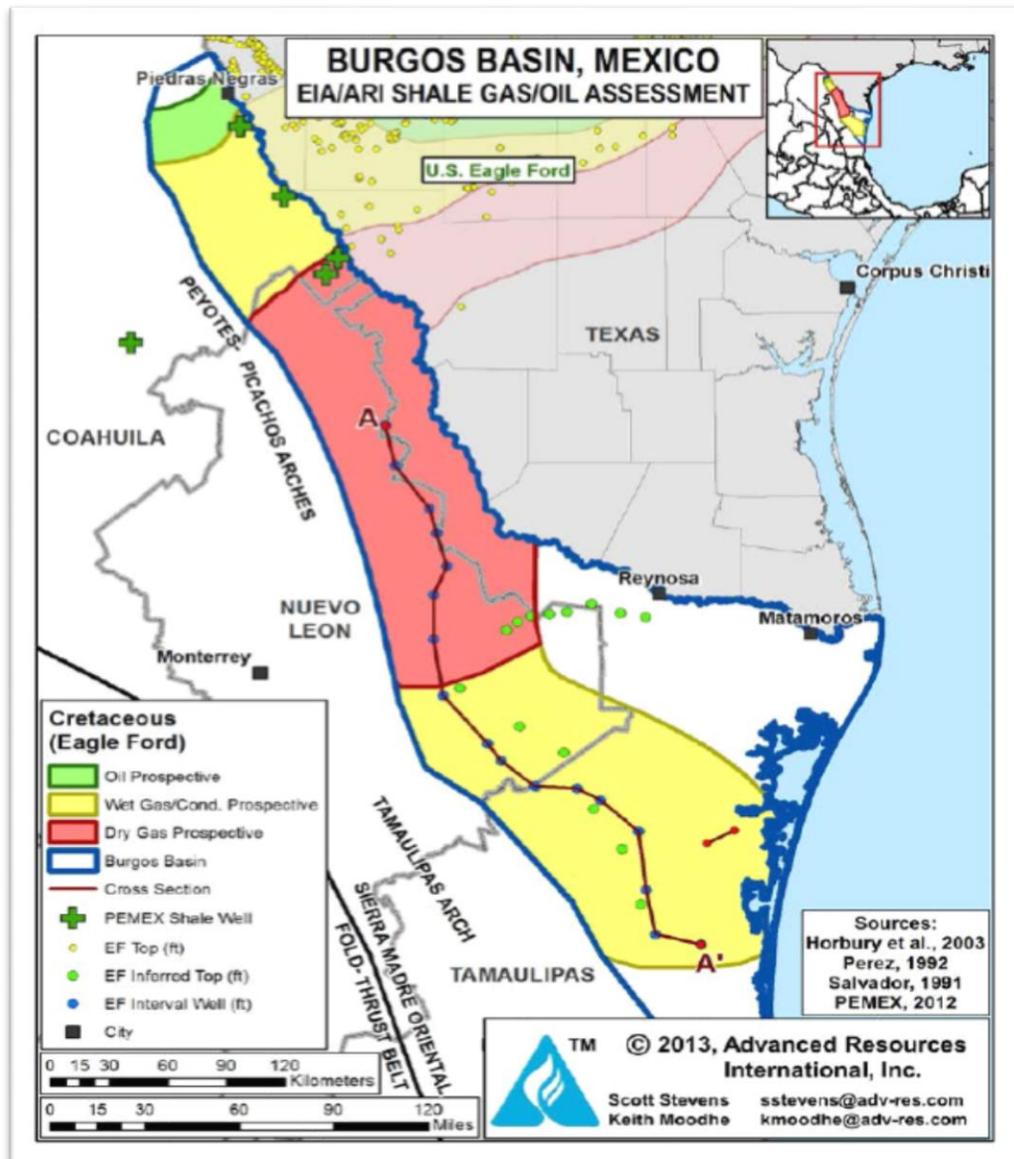


Fig. 2. Áreas prospectivas de extracción de aceite y gas shale, con 1≥5 km de profundidad.

Tan solo en la cuenca de Burgos se han descubierto más de 220 campos petroleros terrestres en rocas del Cenozoico y del Cretácico (Eguiluz de Antuñano 2011; PEMEX 2012), y se han producido más de 8×10^{12} pies³ de gas seco y condensado subordinado, en 60 años de explotación. La siguiente etapa sería continuar la exploración en tierra y mar para descubrir nuevos sumideros (plays) en trampas estratigráficas, estructuras mesozoicas y reservas de gas/aceite. De hecho, ya se tiene el mapa de los proyectos de perforación de pozos para el área costera y Golfo de México (García Esparza-Tapia *et al.*, 2004), ya que actualmente solo se explotan principalmente Burgos y el paleocanal de Chicontepec, cerca de Poza Rica, Ver.

SENER (2012) refiere que el área terrestre prospectiva que PEMEX ha identificado para la extracción de gas/aceite es de 43 mil km². En la fase de evaluación, los estudios sísmicos se pretenden realizar en un área de 10 mil 320 km². Adicionalmente, el Fondo "Conacyt-Sener-Hidrocarburos" está financiando un proyecto de análisis sísmico, bajo la coordinación del Instituto Mexicano del Petróleo, en las principales áreas prospectivas del país, en 2 mil 700 km².

Se menciona progreso económico con la extracción de gas/aceite profundo e inclusive la SRE (2014) presenta una figura en la que destaca la actividad en el campo de lutitas de la formación de Eagle Ford en Texas, cuya prolongación hacia México incursiona por Tamaulipas y Nuevo León, indicadora de la gran extensión que cubre el campo de lutitas; la iluminación nocturna indica el alto desarrollo económico de la zona por el lado de Estados Unidos y el poco desarrollo del lado mexicano.

La extracción de shale gas/aceite y sus implicaciones

El petróleo convencional no se ha acabado pero su producción está en declive (Ferrari, 2014) lo que permite comprender el contexto a futuro, del título del libro de Jalife-Rahme (2014): muerte de PEMEX y suicidio de México.

Para la obtención del petróleo no convencional (shale oil) se requieren un número indefinido de pozos, ya que su agotamiento ocurre en tres o algunos pocos años; el costo es alto, ya que mientras que el petróleo convencional requiere un barril de energía para producir 99, el petróleo obtenido por el fracking retorna poco, de tres barriles uno es utilizado para producir energía, la ganancia neta solo queda en dos barriles. La pregunta es ¿vale la pena cambiar seguridad ecológica y social por una poca y riesgosa producción de energéticos?

El arco costero citado (Chihuahua a Veracruz), representa solo la séptima parte de lo que era Cantarell, un sitio fósil único propiciado por la caída del meteorito de Chicxulub, hace 65 millones de años, que produjo un aro altamente permeable, por lo que facilitó acumular gran cantidad de petróleo en trampas geológicas creadas por el surgimiento de la Sierra de Chiapas (Ferrari, 2014).

IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES POR EL FRACKING

Se han planteado múltiples impactos socio-ambientales propiciados por la aplicación de la fractura hidráulica: el uso intensivo del agua, la contaminación tanto del agua como del aire, la contribución al cambio climático y su impacto en las comunidades en las que se practica (Campero Arenas, 2014; Saxe Fernández, 2014). Para efectuar el fracturamiento se requiere el uso intensivo del agua, pueden emplearse de 9 a 29 millones de litros por pozo. Una mezcla de químicos cancerígenos, mutagénicos, alergénicos, etc., que pueden filtrarse a los mantos de agua confinada e inclusive al agua superficial de uso humano. El agua de retorno después de la fractura hidráulica contiene los tóxicos que inicialmente le fueron introducidos (más de 500), los hidrocarburos que se extraen, más el material que haya estado en contacto con las rocas: metales pesados y materiales radioactivos y, el mayor problema es que no hay plantas de tratamiento de

aguas para ese tipo de contenidos químicos. Además, existe la probabilidad de aumentar la actividad sísmica. La contaminación atmosférica incrementará los niveles de dióxido de azufre, óxido de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y ozono. Para agravar al cambio climático, noventa por ciento del gas de lutita es metano, el cual tiene un efecto invernadero 21 veces más poderoso que el dióxido de carbono. Surgirán enfermedades nerviosas, alergénicas y pulmonares. Problemas de tráfico por el excesivo transporte. Y lo que nos ocupa: la fractura hidráulica afectará a los ecosistemas, la agricultura, fauna y ganadería, sectores que tendrían que competir con la industria energética por el agua, con el posible envenenamiento de los productos que se produzcan en los sitios cercanos a los pozos.

Los estados del norte, desde Chihuahua a Tamaulipas, y por enfatizar en el caso particular de la Cuenca de Burgos, serán los que corran con el mayor riesgo porque corresponden con las zonas secas, por naturaleza deficientes en agua, donde ocurren los principales matorrales xerófitos, el matorral desértico micrófilo, el rosetófilo y el espinoso; más otros 20 tipos de vegetación y del suelo como cultivos agrícolas, pastizales, plantaciones forestales, asentamientos humanos y cuerpos de agua (Figura 3).

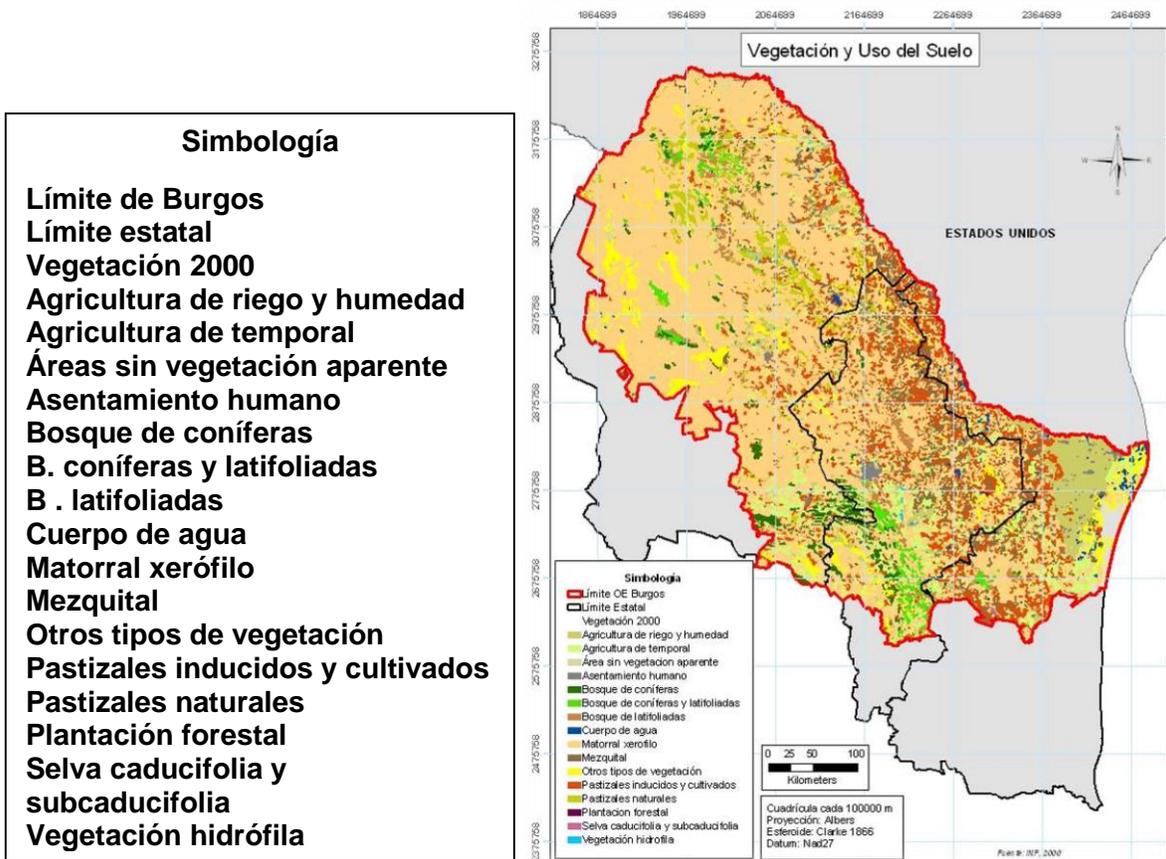


Fig.3 Carta de vegetación y otros usos del suelo en la cuenca de Burgos. Fuente: SEMARNAT et al. (2008).

También existe el riesgo de daño para la alta proporción (>40%) de las especies de vertebrados del país, gran cantidad de insectos, las especies de flora y fauna con algún estatus de protección en la NOM-059-2001 y las endémicas a la Región (SEMARNAT *et al.*, 2008). Asimismo, se destaca que tres servicios ambientales son importantes para Burgos: captura de carbono, recarga de acuíferos y biodiversidad, por lo que ahí destacan al menos, las zonas prioritarias que por vegetación y uso de suelo serían útiles para captura de carbono, los cuerpos de agua, las Áreas Naturales Protegidas (ANP), las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS), las Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación (RTP) por biodiversidad y, para el mantenimiento del balance hídrico durante la recarga de acuíferos.

La aptitud de la cuenca de Burgos para actividades pecuarias es alta a media al igual que la aptitud cinegética, principalmente para patos, gansos, codorniz, guajolote, palomas, venado y jabalí. La compatibilidad entre los sectores productivos es alta al combinar actividad pecuaria y agrícola de temporal. La propuesta en términos de aprovechamiento pecuario sustentable para esta región considera actualizar los estudios del coeficiente de agostadero, los cambios en el estadio de la cobertura de la vegetación y suelo y promover la diversificación productiva (el aprovechamiento múltiple). Entre la generación de alternativas económicas y productivas se propone impulsar los sistemas silvo-pastoriles y el uso de leguminosas forrajeras mediante cercos vivos, bancos de proteína y cortinas rompe vientos, promover la creación de unidades para el manejo, conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMA's), promover las rutas agropecuarias, establecer viveros de especies nativas en áreas agrícolas de aptitud media o baja como complemento a la economía local y regional; trabajar bajo el modelo diversificado, por ejemplo, ecoturismo y aprovechamiento cinegético. En este análisis de ordenamiento ecológico de la Cuenca de Burgos, de SEMARNAT (2008), se menciona que la región tiene importancia para extracción de gas, pero con la encomienda de realizar una adecuada planificación en su localización y trazo, para atenuar los impactos producidos sobre los ecosistemas frágiles y muchas otras recomendaciones relacionadas con el uso del agua, manejo de actividades, etc.

Aunado a los detalles de Burgos, resultarían vulnerables las áreas naturales protegidas que no cuentan con un "programa de manejo" como en Janos, Cascada de Basaseachic y Cumbres de Majalca, en Chihuahua, o las zonas de Cuatro Ciénegas y Ocampo, en Coahuila (Villamil, 2014).

Desde la perspectiva social, Jesus Silva-Herzog en su estudio *Petróleo mexicano: historia de un problema*, narra sobre los enfrentamientos entre las petroleras y el ciudadano común (Valdés Villarreal, 2014); eso es algo que este autor, afirma, va a reeditarse. Se esperan problemas sociales tales como que las personas y comunidades sean privados de sus medios de subsistencia; dejen de disponer libremente de sus riquezas y recursos naturales ya sea tierra, agua y de una serie de bienes comunes (Sandoval Terán, 2014). Lo anterior implica la violación al derecho de la libre determinación de los pueblos. La autora reitera que al estar desestimando los riesgos ambientales y sociales que implica el *fracking*, se está desestimando la vida misma, reflexión con la que estamos de acuerdo.

CONCLUSIONES

1. El cambio en la legislación relacionado con la Reforma Energética y el favorecimiento de tecnologías de extracción profunda, para gas/aceite shale (de esquisto bituminoso), recursos no renovables, impactará negativamente sobre el uso productivo y sustentable de los pastizales y otros ecosistemas.
2. La obtención de aceite/gas de lutita contraviene la doctrina de la gestión de los agostaderos aprendida desde siempre, inspirados en los textos clásicos de gestión de los recursos naturales en lo general y, de los agostaderos en particular, amén del contenido de los discursos de Box (las 4 F's), de Hodges (sobre la minería) y de Heady (sobre el aprovechamiento múltiple ahora llamado diversificado).
3. Las tecnologías propuestas para la obtención de shale gas/aceite, se contraponen a la jurisprudencia en la cual se sustenta el uso de la tierra: aprovechamiento múltiple armonioso y desarrollo sostenible.
4. Los impactos socio-ambientales ya reconocidos, como consecuencia de la fractura hidráulica se anticipa que serán: el uso intensivo del agua, la contaminación tanto del agua como del aire, la contribución al cambio climático y su impacto en las comunidades vegetales, faunísticas y humanas donde se practica.
5. La gestión en pastizales y la ganadería extensiva tan ejercida en el norte mexicano, prácticamente serán actividades anuladas del escenario económico del país, pese a que se pregona el abasto agroalimentario asegurado y mejorado, por la conversión del amoníaco a fertilizantes, para mejora del campo mexicano.
6. El paradigma "los pastizales son para siempre..." con el que fuimos formados los gestores de recursos, estaría por derrumbarse al llevarse a la práctica esta nueva tecnología.

LITERATURA CITADA

Box TW. Food, Fiber, Fuel, and Fun from rangelands. Journal of Range Management 1978; 31(2):84-86. Disponible en <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/.../6406> Consultado el 27 de julio 2014.

hidráulica Campero AC. Impactos socioambientales en los procesos de fractura. En: Robles MB. Coord. Impacto social y ambiental del fracking. 1ª. Ed. Senado de la República LXII Legislatura; Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República; Alianza Mexicana contra el Fracking. México. 2014:41-47. Disponible en <http://www.nofrackingmexico.org/libro.pdf>. Consultado el 5 de agosto de 2014.

Corral JJ. Presentación. En: Robles MB. Coord. Impacto social y ambiental del fracking. 1ª. Ed. Senado de la República LXII Legislatura; Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República; Alianza Mexicana contra el Fracking. México. 2014:13-15. Disponible en <http://www.nofrackingmexico.org/libro.pdf>. Consultado el 2 de agosto de 2014.

Clawson M. The concept of multiple use in forestry. Environm. Law 1978; 3 (2): 281-308.

Cohen B. Multiple use and nature conservation in South Australia's arid zone. The Australian Rangeland Society. Range Manage Newsletter. 93/1 March.1993:14.

EIA/ARI (U. S. Energy Information Administration/ Advances Resource International)..
Technically recoverable shale oil and shale gas resources: an assessment of 137 shale formations in 41 countries outside of the United States. Mexico, 2a. secc. Independent Statistics and Analysis. Washington, DC 20585. 2013:1-25.
Disponibile en <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/fullreport.pdf>
Consultado el 3 de agosto de 2014.

Eguiluz AS. Sinopsis geológica de la Cuenca de Burgos, noreste de México: producción y recursos petroleros. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. 2011; 63 (2): 323-332.

Ferrari L. Pico del petróleo convencional y costos del petróleo no convencional (*fracking*). En: Robles M B. (Coord.). Impacto social y ambiental del fracking. 1ª. Ed. Senado de la República LXII Legislatura; Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República; Alianza Mexicana contra el Fracking. México. 2014:23-39. Disponible en <http://www.nofrackingmexico.org/libro.pdf>. Consultado el 4 de agosto de 2014.

García ETN, Mendoza RJ., Roca R L, Mengual JF, Sosa CA. Construcción de pozos y desarrollo de campos petroleros en México. 2004. Disponible en: http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish04/spr04/p48_5_5.pdf Consultado el 6 de agosto 2014.

Heady HF. Multiple uses of rangelands. In: FHW Morley. Ed. Grazing animals. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands. 1981: 225-237.

Hodges C. Mineral Resources, Environmental Issues and Land Use, Science, New Series, 1995; 268 (5215):1305-1312.

Holechek, JL y Hawkes J. Desert and prairie ranching profitability. Rangelands. 1993; 15 (3):104-109.

Holechek JL, Pieper RD y Herbel CH. Range Management: Principles and practices. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.1989; 501 p.

Jalife-Rahme A. Muerte de Pemex y suicidio de México. Orfila Valentini. México, D.F. 2014;200 p. ISBN: 978-607-7521-24-2

Johnson GD. Impactos ecológicos del pastoreo del ganado doméstico sobre los recursos naturales de los agostaderos. En: Memoria de la Séptima Reunión Anual de COTECOCA-SARH. México, D.F. 1991; 177-195.

México-Gobierno de la República. Reforma Energética. Resumen Ejecutivo.2014. Disponible en: <http://cdn.reformaenergetica.gob.mx/resumen-de-la-explicacion.pdf>, Consultado el 3 de agosto 2014.

Olivera G. La reforma al artículo 27 constitucional y la incorporación de las tierras ejidales al mercado legal de suelo urbano en México. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 2005; IX(194):33. Disponible en <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-33.htm> [ISSN: 1138-9788]. Accesado el 27 de julio 2014.

PEMEX. Aceite y Gas en Lutitas. Avances en la evaluación de su potencial en México. Pemex-Exploración y Producción, Subdirección de Exploración.2012. Disponible en: http://sociedadgeologica.org.mx/pdfs/Gas%20en%20lutitas_SGM.pdf Consultado el 6 de agosto 2014.

Sandoval TA. El *fracking* en la explotación de hidrocarburos no convencionales: amenaza para los derechos humanos, amenaza para la vida. En: Robles M.B. Coord. Impacto social y ambiental del fracking. 1ª. Ed. Senado de la República LXII Legislatura; Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República; Alianza Mexicana contra el Fracking. México.2014; 65-72, Disponible en <http://www.nofrackingmexico.org/libro.pdf>. Consultado el 5 de agosto de 2014.

Saxe FJ. La explotación de fósiles no convencionales en Estados Unidos: una lección para América Latina. En: Robles MB. Coord. Impacto social y ambiental del fracking. 1ª. Ed. Senado de la República LXII Legislatura; Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República; Alianza Mexicana contra el Fracking. México. 2014; 57-73. Disponible en <http://www.nofrackingmexico.org/libro.pdf>. Consultado el 5 de agosto de 2014.

SEDATU (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano). 2013. Disponible en <http://www.sedatu.gob.mx/sraweb/conoce-la-secretaria/historia/la-iniciativa/>. Consultado el 27 de julio 2014.

SENER (Secretaría de Energía). 2012. ¿Qué es el Shale Gas/Oil y cuál es su importancia? Disponible en http://www.energia.gob.mx/webSener/leyes_Secundarias/ . Consultado el 29 de julio de 2014.

SEMARNAT, INE, PEMEX, et al., 2008. Ordenamiento ecológico, Región Cuenca de Burgos. Resumen ejecutivo. http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_burgos/zip/resumen_ejecutivo_mar_08_2.pdf Consultado el 5 de agosto 2014.

SRE (Secretaría de Relaciones Exteriores). Reforma energética, resumen ejecutivo.2014. <http://consulmex.sre.gob.mx/littlerock/images/stories/PDF/re.pdf> Consultado el 5 de agosto 2014.

SRM (Society for Range Management). A glossary of terms used in range management. 3rd. ed. Society for Range Management. Denver, Co. 1989.

Villamil J. El mapa del despojo (12 estados-260 municipios). Proceso No. 1968, p: 16-20. Disponible en <http://www.proceso.com.mx/?p=377606>. Consultado el 3 de agosto 2014.

Valdés VJ. ¿Es posible que haya un desarrollo sustentable en la Tierra? En: Robles MB. (Coord.). Impacto social y ambiental del fracking. 1ª. Ed. Senado de la República LXII Legislatura; Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República; Alianza Mexicana contra el Fracking. México. 2014;73-76. Disponible en <http://www.nofrackingmexico.org/libro.pdf>. Consultado el 5 de agosto de 2014.

Williams RE, Allred BW, Denio RM y Paulsen Jr. HA. Conservation development and use of the world's rangelands. J. Range Manage. 1968; 21: 355-360.

002 EL FUEGO COMO HERRAMIENTA DEL MANEJO DE PASTIZALES Y SU IMPACTO EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

FIRE AS A TOOL OF RANGE MANAGEMENT AND ITS IMPACT ON CLIMATE CHANGE

Miguel Luna Luna¹ y José Francisco Villanueva Avalos¹

¹Centro de Investigación de la Región Pacífico Centro.
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
lluna.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Históricamente, el fuego ha sido el principal proceso ecológico que ha modelado el desarrollo, la estructura, composición, productividad y persistencia de los ecosistemas terrestres de pastizal (Wright y Bailey, 1982; De Bano *et al.*, 1998). Algunos autores mencionan que el fuego fue traído a América durante la última glaciación por los inmigrantes asiáticos, es por eso que cuando los Anglo-Europeos regresaron, los nativos americanos ya utilizaban el fuego con fines de guerra o cacería, atrayendo la fauna silvestre al rebrote de áreas recientemente quemadas, además de utilizarlo para el clareando de áreas para el establecimiento de sus tribus, evitando así sorpresas de tribus oponentes. Por otro lado, es innegable que el libre pastoreo de grandes herbívoros silvestres y la ocurrencia de sequías cíclicas, también contribuyeron al desarrollo y persistencia de los pastizales y ambos han sido determinantes en los ciclos naturales del fuego antes de la llegada de los Anglo-Europeos (McPherson, 1995; Fierro, 2009).

Debido a los escasos de especies arbóreas en algunos ecosistemas, es difícil determinar los historiales de quema en ciertas áreas de pastizal abierto; sin embargo, algunos investigadores se basan en el análisis de sedimentos en suelo y lagos, analizando las capas de carbón para estimar los historiales y patrones de fuego en algunas regiones (Pyne, 1982; Lentz, 2000).

Las épocas de ignición y los intervalos entre fuegos naturales han estado sujetos a las condiciones climáticas, fisiográficas y edáficas, así como al historial de

uso y las condiciones de la vegetación en respuesta al clima y al pastoreo. Sauer (1951), sugiere que el fuego fue más importante que el clima en el mantenimiento de los ecosistemas de pastizal y afirma además, que los pastizales abiertos con arbustos aislados, es el producto de fuegos repetidos iniciados por los aborígenes y los colonos. La ocurrencia de fuegos naturales en los pastizales se atribuye a las características propias de grandes áreas de vegetación continua, con un libre flujo de viento, severa insolación, baja humedad y periodos recurrentes de sequía (Vogl, 1979; Wright y Bailey, 1982)

La supresión del fuego ha tenido un impacto negativo sobre el funcionamiento y biodiversidad de los ecosistemas y se cree que ha sido una de las causas determinantes para la degradación de los ecosistemas (Van Hauken, 2000; Taylor, 2003). Por ejemplo, Fuhlendorf *et al.* (2008), McPherson (1995) y Archer *et al.* (1995) consideran la eliminación y combate del fuego como una de las principales causas de la proliferación de arbustivas en los ecosistemas de pastizal y por ende, a la expansión de los matorrales. Este problema de expansión se ha incrementado dramáticamente en la región del Altiplano, donde los pastizales abiertos han perdido terreno en los últimos años, siendo sustituidos por las áreas de matorral (Luna, 2009).

Otros puntos de adversidad hacia el uso del fuego como herramienta de manejo del pastizal, es la idea errónea de pérdida de biomasa en los pastizales quemados y la contaminación ocasionada por el mismo fuego. Sin embargo, la investigación ha demostrado incrementos palpables en la producción y calidad de los pastizales posterior al uso de las quemas controladas. Al respecto, Wright (1980), así como Britton *et al.* (2004) mencionan incrementos del orden de 30% en la producción y calidad del forraje de los pastizales después de una quema prescrita.

Wright (1974) menciona que el humo es el contaminante primario producido por el fuego y que los hidrocarburos son un producto mínimo de la combustión de la celulosa, señalando además que el monóxido de carbono producido durante la combustión es oxidado rápidamente sin representar peligro alguno para la gente. Una consecuencia directa de este incremento en la producción de biomasa de los ecosistemas de pastizal es el incremento en la captura o secuestro de carbono por

parte de las gramíneas, ayudando a disminuir el incremento de CO₂ en la atmosfera. Desgraciadamente, en México existe una total falta de información en relación al uso del fuego como una herramienta ecológica para restaurar los ecosistemas de pastizal, revirtiendo la invasión de arbustivas indeseables y su efecto en el flujo y captura de CO₂ en los pastizales áridos del norte y centro de México.

ANTECEDENTES

Históricamente la vegetación de las regiones árida y semiárida del norte y centro de México y sur de Estados Unidos estuvo dominada por pastizales, con escasos árboles y arbustos esparcidos de manera irregular (Ervin *et al.*, 1959; Aguado, 1993; Drewa, 2001). Estos pastizales han soportado el pastoreo desmedido desde la llegada del primer hato de ganado vacuno, traído por Don Hernando de Cortés en 1521 (Fierro, 2009). Esta larga historia de sobreutilización, aunada a la supresión del fuego, las sequías cíclicas y el cambio climático han ocasionado el incremento y eventual dominancia de arbustivas indeseables en las tierras de pastoreo (Gurevitch *et al.*, 2002; Nelle, 2004), además, el sobrepastoreo ha eliminado casi por completo la disponibilidad de combustibles finos para la ignición natural en gran parte del territorio nacional, lo cual es benéfico para algunas áreas forestales, pero detrimental para las áreas de pastizal. Generalmente, los incendios naturales ocurren después de un año lluvioso, seguido de un año seco, disminuyendo las poblaciones de arbustos, al eliminar los arbustos jóvenes, que son susceptibles al fuego, cuando su tamaño es menor a los 90 cm de altura (Wright, 1980). También, este autor menciona que los intervalos naturales de fuego en los pastizales del norte y centro de México y sur de Estados Unidos son de 5 a 8 años, manteniendo así controladas las poblaciones de arbustos. Por ejemplo, de acuerdo con García (1997), las plantas que representan el mayor problema de invasión en el Desierto Chihuahuense, son los huizaches (*Acacia* spp.), nopales (*Opuntia* spp.), mezquites (*Prosopis* spp.) y gatuños (*Mimosa* spp). Arredondo *et al.* (1986) mencionan que el 73% de las tierras de pastoreo presentan severos problemas de erosión y condición pobre, el 20% presentan condición regular y solo el 5% presentan condición excelente. Algunas otras plantas han incrementado

sus poblaciones, dramáticamente debido a su baja palatabilidad para los animales en pastoreo, como son la escobilla (*Isocoma venetus*), con poblaciones de 19 mil pl ha⁻¹ (Jurado *et al.*, 1990); la cola de zorra (*Brickellia spinulosa*) y algunas especies de gramíneas como el pasto escobeta (*Mulhembergia rigida*) con un alto contenido de fibra y baja digestibilidad, desplazando especies deseables como el navajita (*Bouteloua gracilis*) y el pasto búfalo (*B. dactyloides*) (Luna, 2009) y ocasionando fuertes pérdidas en la industria ganadera. Debido a esto, algunos pastizales actualmente son incapaces de mantener al ganado en pastoreo debido a que su producción forrajera ha sido completamente agotada (Archer, 1995; Van Auken, 2000).

En un esfuerzo por controlar esos arbustos y reducir su efecto detrimental, se han desarrollado y evaluado algunos métodos de control como el manual, mecánico, químico y biológico, sin embargo, esas técnicas han sido caras y poco efectivas (Wright y Bailey, 1982). Richburg *et al.* (2001) mencionan que algunas de estas técnicas pueden incrementar el disturbio e incluso contaminar los mantos acuíferos.

Existen innumerables antecedentes acerca de la ocurrencia del fuego y su influencia en el desarrollo de los ecosistemas de pastizal (Taylor, 2003). McPherson *et al.* (1986), así como Stoddart y Smith (1943) mencionan que un simple evento de quema prescrita, además de ayudar en el control de arbustivas, incrementa la producción de forraje, así como la disponibilidad y la utilización del mismo, al eliminar el forraje viejo e incrementar la palatabilidad de las gramíneas fibrosas. De acuerdo a Wright y Bailey (1982), una ventaja adicional del fuego, es el aclareo de forraje dentro de los mismos macollos, eliminando el forraje viejo y permitiendo el acceso a la luz para el crecimiento de brotes jóvenes que de otra manera no se desarrollan o mueren; esto ayuda a la renovación de las poblaciones de pasto y al mejoramiento de la calidad del forraje disponible.

El fuego es una fuerza natural que debe ser considerada para el mantenimiento de los pastizales, de tal manera que cuando los fuegos naturales sean improbables, el uso de la ecología del fuego, mediante los fuegos prescritos deben ser considerados como una excelente alternativa de manejo en la búsqueda de objetivos específicos, como el control de especies menos deseables, la supresión de algunos arbustos y el

mejoramiento en la calidad y disponibilidad del forraje disponible (Luna, 2009). Vallentine (1980) menciona además, una mayor palatabilidad de pastos toscos, aclareo de árboles y eliminación de leña en algunas áreas de bosque, mejoramiento del hábitat para fauna silvestre, así como una excelente herramienta para disminuir la incidencia de fuegos accidentales, que suelen ser devastadores para algunas áreas de bosque o matorrales naturales. Sin embargo, los efectos del fuego no tienen reglas generales y tanto los resultados como la respuesta de la vegetación pueden ser muy variables, dependiendo de las condiciones climáticas y de manejo antes, durante y posterior a la quema (Luna, 2009).

El primer factor a considerar cuando se planea una quema controlada, es la disponibilidad de combustible (Britton *et al.*, 1984), la disponibilidad mínima recomendada de combustible para realizar una quema en pastizales es de 670 a 1100 kg de materia seca por hectárea. Una menor disponibilidad de combustible implica que la quema puede ser llevada a cabo con la relajación de algunas de las prescripciones climáticas (temperatura ambiental, humedad relativa o velocidad del viento); sin embargo, siempre se debe considerar la seguridad del personal que participa en la quema y disminuir los riesgos de escape, antes de tomar el riesgo.

Uso del fuego en el control de arbustos

El uso del fuego como herramienta de manejo se ha venido impartiendo en algunas universidades del norte de México, solo como un capítulo o sección de la cátedra de Manejo de Pastizales, cuando debería ser considerada como una asignatura independiente, donde se contemplen aspectos de ecología y fisiología de la vegetación, así como los procesos biogeoquímicos del fuego y su efecto en el ecosistema, y no como una simple herramienta de manejo.

Los programas de investigación sobre ecología del fuego, han sido parte primordial de la curricula en algunas de las principales universidades de Estados Unidos desde la década de los 50's del siglo pasado, donde se ha venido realizando un gran cumulo de investigación sobre el uso y manejo del fuego, así como la

respuesta de las comunidades vegetales a la utilización del fuego, bajo diferentes escenarios agroecológicos y épocas de quema. Desgraciadamente en México, esta área del manejo de pastizales ha recibido muy poca atención y solo se han realizado algunos esfuerzos aislados que se han realizado estos últimos años; sin embargo, ha sido sumamente difícil conseguir financiamiento para la investigación en fuego, a pesar de la gran importancia de esta herramienta ecológica como herramienta de manejo para la rehabilitación de los ecosistemas de pastizal.

McPherson *et al.* (1986) desarrollaron y publicaron una guía de prescripciones y recomendaciones para llevar al cabo con éxito una quema prescrita, igualmente Rasmussen *et al.* (1986), describen las prescripciones, requerimientos, medidas de seguridad y recomendaciones para el control de especies arbustivas consideradas de alta volatilidad, como los tascates (*Juniperus* spp.). Britton *et al.* (2004) resumió 30 años de investigación en el uso del fuego para el control de mezquite, opuntias, tascates y escobillas en el suroeste de Estados Unidos y describe las principales prescripciones, beneficios y expectativas del uso del fuego, contemplando el conocimiento de la morfología, fenología y el historial de uso de los ecosistemas de pastizal, para lograr los mejores índices de control.

Wright (1980) menciona que las especies que dependen exclusivamente de la producción de semilla para supervivencia y dispersión en las comunidades de pastizal, son más fácilmente eliminadas con el fuego cuando éste es aplicado de manera periódica dentro de los planes de manejo del pastizal. En contraste, las especies que rebrotan o las que tienen sus puntos de crecimiento debajo de la superficie del suelo (e. g. *Brickellia* spp., *Juniperus* spp.) son muy resistentes al fuego (Rasmussen, 1986). Estas especies que rebrotan, pueden ser controladas con el fuego si se realizan quemas durante dos años continuos o quemas con un intervalo de dos años; sin embargo, en los pastizales cortos de las regiones áridas donde el tiempo de recuperación de las gramíneas después de una quema es de dos años (Launchbaugh, 1964; Trilica y Shuster, 1969), es difícil realizar quemas controladas en dos años consecutivos. Wright (1980) menciona que intervalos de 10 años entre fuegos prescritos en pastizales áridos es suficiente para detener la proliferación de arbustos,

debido a que los arbustos se establecen y crecen lentamente en estos ecosistemas. Al respecto, Rasmussen *et al.* (1986) recomiendan intervalos de quema de 10 a 20 años en comunidades invadidas con tascate (*Juniperus* spp.), para mantener productivas esas áreas para el ganado y la fauna Silvestre, disminuyendo el uso de herbicidas o control mecánico, que ocasionan un mayor disturbio en los pastizales. Sin embargo, cuando los arbustos a controlar ya han alcanzado su madurez, el fuego por sí solo no lograra un control efectivo por lo que es recomendable combinalo con otras herramientas de manejo mecánico que quebrante o derribe los arbustos (Box y White, 1969).

Algunas especies de arbustos son sumamente difíciles de exterminar, pero el uso del fuego detiene su proliferación al eliminar las plántulas jóvenes o disminuyendo su habilidad competitiva. Por ejemplo, el uso del fuego en algunas especies de nopal (*Opuntia* spp.) que son más susceptibles al ataque de insectos, presenta mortandades mayores al 80% al segundo año (Stinson y Wright, 1969; Blair *et al.*, 1994). Taylor (comunicación personal) asegura que con 3 a 4 quemas continuas se puede recuperar un área de pastizal fuertemente invadida por arbustivas, si se combina con pastoreo de cabras (Estación Experimental de Sonora Texas, Texas A&M University). Wright *et al.* (1976), mencionan que con quemas cada 5 a 10 años se elimina el 50% de los árboles de mezquite.

La efectividad de la quema prescrita para el control de arbustos se puede incrementar si se lleva a cabo cuando las plantas tienen una baja reserva de carbohidratos (Hare, 1961). Este autor menciona que las plantas leñosas deciduas son más vulnerables al fuego en primavera, cuando las reservas fueron utilizadas para el rebrote primaveral, mientras que las leñosas siempre verdes son resistentes en primavera, pero vulnerables en otoño. Al respecto, Wright *et al.* (1976) mencionan que las plantas de mezquite tienen su reserva mínima de carbohidratos alrededor del 15 de mayo cuando las hojas llegan a su máximo desarrollo.

El fuego es una excelente herramienta para el rescate y la conservación de los ecosistemas de pastizal, sin embargo, este no puede ser realizado de manera satisfactoria si no se resuelve también el problema de la sobreutilización de los

pastizales, ya que un pastizal que ha sido pastoreado repetidamente, disminuye su capacidad de resistencia y resiliencia, lo que reduce drásticamente su capacidad de producción de biomasa aun en los años de precipitación y temperatura más adecuadas, de tal manera que en un pastizal con baja producción o disponibilidad de forraje, difícilmente podrá planearse y/o conducirse una quema prescrita. Afortunadamente en los últimos años se ha venido cambiando la imagen del fuego en las instituciones educativas y de investigación, lo cual ayudara grandemente al desarrollo de programas de investigación que ayuden a comprender y utilizar de una manera más científica, esta excelente herramienta de manejo. En el Norte y centro de México, ya se está trabajando en proyectos de evaluación a largo plazo para justificar técnicamente la reintroducción del fuego en la restauración de los ecosistemas.

Las quemas prescritas y el cambio climático

Es innegable, que a pesar de los efectos benéficos del fuego en la restauración de los ecosistemas de pastizal, las quemas también emiten gases de efecto invernadero a la atmosfera, contribuyendo al calentamiento global y al cambio climático. Sin embargo, existe información sobre incrementos en la captura temporal de carbono en los ecosistemas después de una quema prescrita, aun y cuando este carbón retenido en los pastizales es bien de transición por la dinámica de la fenología de las plantas y su remoción por el ganado y fauna silvestre. No existe duda de que el mejoramiento en la salud de los pastizales y el incremento en la actividad microbial en el suelo ayudan a una mayor captura de carbón en la capa superficial del suelo (Wright y Bailey, 1982).

Es sumamente difícil estimar con exactitud la cantidad de gases que son emitidos a la atmosfera por kilogramo de materia seca quemada, sin embargo, existen algunas estimaciones a nivel más global. Por ejemplo, Levine (1994) publico algunos datos de quemas a nivel mundial y su fuente de emisión, los cuales se muestran en el cuadro 1.

CUADRO 1. TIPOS DE BIOMASA QUEMADA¹

Fuente de Quema	Biomasa quemada (Tg MS año ⁻¹)	Carbón liberado (Tg MS/ año ⁻¹)	Carbono liberado (%)
Sabanas	3690	1660	42.1
Desechos Agrícolas	2020	910	23.1
Bosques Tropicales	1260	570	14.5
Leña	1430	640	16.2
Bosques templados y boreales	280	130	3.3
Carbón Vegetal	21	30	1.0
Total Mundial	8700	3940	100

¹. Estimativos globales de las cantidades anuales de biomasa quemada y de la liberación resultante de carbono a la atmósfera

². Fuente: adaptado de Andreae (1991) en Environmental Science and Technology (1995).

Levine (1994), en el cuadro 2 cita de manera más específica, algunas emisiones globales emanadas de las quemas de biomasa a nivel mundial.

CUADRO 2. CONTRIBUCIÓN DE LAS QUEMAS DE BIOMASA A LAS EMISIONES GLOBALES DE GASES EFECTO INVERNADERO¹

Categoría	Quema de Biomasa (Tg elemento año ⁻¹)	Todas las fuentes (Tg elemento año ⁻¹)	Biomasa quemada (%)
CO ₂ bruto	3,500	8,700	40
CO ₂ neto	1,800	7,000	26
Monóxido de carbono (CO)	350	1,100	32
Hidrocarburos sin metano	38	380	10
Óxido nítrico	24	100	24
Amonio	8.5	40	21
Gases de azufre	5.3	44	12
Cloruro de metilo	2.8	150	1.9
Hidrogeno	0.51	2.3	22
Ozono troposférico	19	75	25
Partículas MO en humo	420	1,530	27
Hollín	69	180	86

Fuente: Levine (1994).

Por otro lado, la NASA (2005) menciona que la quema de biomasa de áreas forestales, pastizales y residuos de cosecha, son realizadas por actividades humanas y raramente por cuestiones naturales como relámpagos. Estas quemas de biomasa se realizan como una práctica errónea de manejo de cosecha, en vez de adicionar esa biomasa al suelo, en el caso de las áreas forestales, se usa el fuego para aclareo y cambio de uso del suelo con fines agrícolas o ganaderos (Levine, 1994). Estas quemas representan una fuente de gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O) y algunos otros gases activos químicamente como el monóxido de carbono (CO), el cual se oxida rápidamente a CO_2 , algunos hidrocarburos y el óxido nítrico (NO), estos últimos en combinación con el metano producen el ozono (O_3) en la troposfera. Estos datos son demasiado severos, sin embargo, contemplan la quema de biomasa en general y no separa las emisiones de las quemas de pastizales de manera particular. Al respecto, Bernardis *et al.* (2008) señalan que la captura de carbono posterior a la aplicación de una quema prescrita es mayor a las emisiones durante el proceso de combustión del pastizal. Wright (1974) por su parte minimiza las emisiones de gases durante una quema prescrita, señalando que las emisiones son insignificantes y que no representan problema alguno para la salud de la gente y fauna silvestre, mencionando además, que los contaminantes emitidos por quemas prescritas solo representan el 8% de los contaminantes totales emitidos en los Estados Unidos

Wedderburn (2014) menciona que las cortinas de humo suben a grandes alturas en la estratosfera y viajan grandes distancias, ocasionando problemas en el ártico. Este autor señala también que los países de Eurasia son grandes productores de trigo y normalmente queman sus residuos de cosecha emitiendo grandes cantidades de gases a la atmosfera (Figura 1).

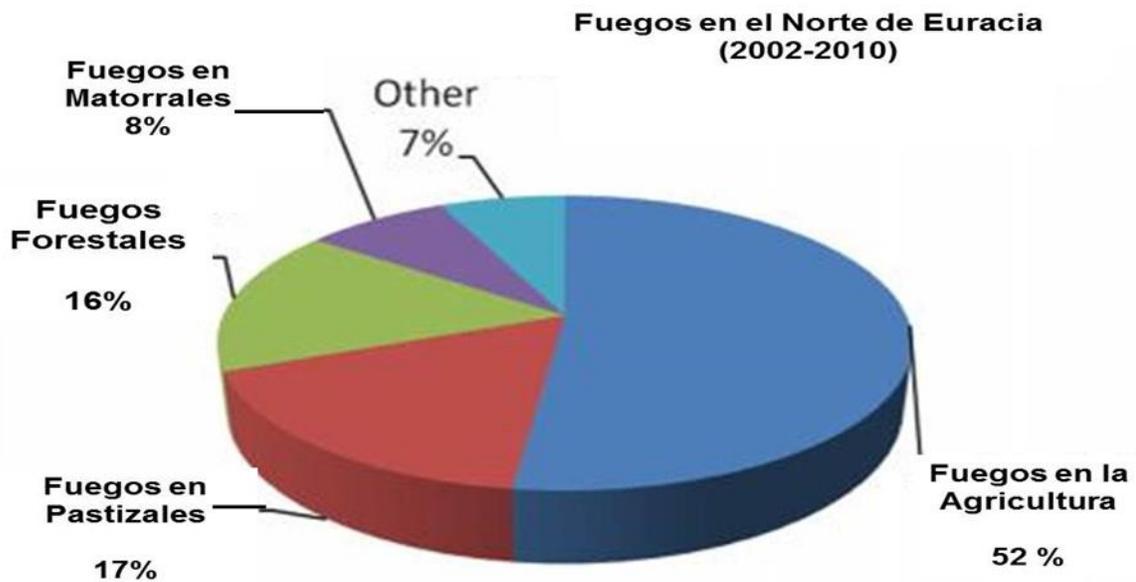


Figura 1. Fuegos en el norte de Eurasia (2002 - 2010).

Wedderburn (2014) también menciona que cuando se realizan las quemas temprano en la época de sequía se reducen las emisiones de GEI, hasta en un 52%, lo cual ha conducido a la iniciativa de ley sobre carbono en la agricultura, mediante la cual se pretende compensar a los ganaderos y ovinocultores por cambiar sus prácticas de quema.

Brown *et al.* (2000) consideran que a pesar de las emisiones de los GEI, la realización de quemas prescritas constituye una excelente herramienta para disminuir el riesgo y la frecuencia de fuegos accidentales más devastadores y destructivos.

Algunos grupos ecologistas en México y el extranjero (GRASILIS, LTER), están interesados en la reintroducción del fuego para la rehabilitación de los ecosistemas naturales de pastizal, actualmente el INIFAP e IPICYT en conjunto con la red internacional Long Term Ecological Research (LTER) están evaluando el efecto del fuego en combinación con el pastoreo moderado, sobre los servicios ecosistémicos de pastizales desérticos, donde se ha recibido apoyo por parte de CONACyT y CONAFOR. Lo anterior constituye un excelente inicio en la evaluación de esta práctica de manejo, para su posible aplicación en los programas nacionales de rehabilitación

de pastizales, lo cual ha sido considerado además por la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), donde se han venido realizando algunas actividades experimentales de evaluación del fuego como herramienta para el manejo y uso apropiado de los pastizales. Sin duda alguna, estos esfuerzos ayudaran a dilucidar algunas interrogantes sobre el fuego y sus mitos.

LITERATURA CITADA

- Aguado, G.A. 1993. Efecto de factores ambientales sobre la dinámica de la vegetación en pastizales de “Los Llanos de Ojuelos”, Jalisco. Un analisis multivariable. Graduate school, Chapingo, Mexico. MS Thesis.
- Archer, S., D.S. Schimel, and E.A. Holland. 1995. Mechanisms of shrubland expansion: land use, climate or CO₂? *Clim. Change.* 29:91–99.
- Arredondo, J. T., M. Giner, M. Alcocer, y M. García. 1983. El manejo de pastizales en la ganadería extensiva de zonas áridas. 1-80 In: *Memorias del Segundo Día del Ganadero*, CEP Vaquerías, CIPEJ-INIP-SARH. Ojuelos, Jalisco, México.
- Bernardis, A. C., J. A. Fernández., C. Flores, F. Goldfarb y J. F. Casco. 2008 Efecto de la quema prescrita de un pastizal sobre el balance de CO₂. *AGROTECNIA* 18: 11-16.
- Blair, B.K., C.M. Britton, and D.N. Ueckert. 1994. Prickly pear control with fire and herbicides on the Texas Rolling Plains. *Texas Journal of Agriculture and Natural Resources* 8:87-97.
- Box, T.W. and R.S. White. 1969. Fall and winter burning of South Texas brush ranges. *J. Range Manage.* 22:373-376.
- Brown, J.K. and J.K. Smith, eds. 2000. *Wild land fire in ecosystems: effects of fire on flora*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol. 2. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 257 p.
- Britton, M., B. Recher, and J.C. Villalobos. 2004. Prescribed fire for range improvement. First International Symposium on Range Management. Aguascalientes, Mexico. Memory in CD.
- Lentz, D. L. (2000). *Imperfect balance: landscape transformations in the Precolumbian Americas*. New York: Columbia University Press. pp. xviii–xix. ISBN 0-231-11157-6
- De Bano, L. F., Neary, D. G. and Ffolliott, P. F. (1998). *Fire's Effects on Ecosystems*. 333 pp. New York: John Wiley and Sons, Inc.

- Drewa, P.B., P.C. Devra, K.M. Havstad, and D.C. Lighfoot. 2001. Post-fire responses to burning in the Chihuahuan Desert. Annual Report. USDA-Agricultural Research Service, La Jornada Experimental Range, MSC 3er, Box 3003, NMSU, Las Cruces, NM. Department of Biology, University of New Mexico, Albuquerque, NM 87131.
- Ervin, M., D.R. Schmutz, R.Cable, and J.J. Warwick. 1959. Effect of shrub removal on the vegetation of semi-desert grass-shrub range. *J. Range Manage.* 12:34-37.
- Fierro, L.C. 2009. Notas históricas sobre la presión del pastoreo y la carga animal en las tierras de pastoreo de la antigua Nueva España. Nota histórica No. 14. Colección BISKAI. Chihuahua, Chih.
- Fuhlendorf, S.D., S.R. Archer, F.E. Smeins, D.M. Engle, and C.A. Taylor. 2008. The combined influence of grazing, fire and herbaceous productivity on tree-grass interactions. 219-238. In: *Western North American Juniperus Communities*. O. W Van Auken, (Ed.). Springer, New York.
- Garcia M.R. 1997. Management and control of undesirable vegetation on Mexican High Plateau grasslands. 18-27. In: *Management of livestock ranches in Mexican High Plateau* Chavez, M.G. and Aguado, G.A. (Eds). Jalisco, Mexico.
- Gurevitch, J., S.M. Sheiner, and G.A. Fox. 2002. *The ecology of plants*. Sinauer Associates Inc. Publishers. Massachusetts, U.S.A. 522 p.
- Hare, R.C. 1961. Heat effects on living plants. *USDA FS Occas. Pap.* 183.
- Jurado, G.P., L.F. Negrete, M.G. Chávez, and M. Luna. 1990. Burning effect over broom weed and grassland productivity in Jalisco. XIV Annual Meeting of Buiatria, Queretaro, Mexico.
- Launchbaugh, J.L. 1964. Effect of early spring burning on yield of native vegetation. *J. Range Manage.* 17:5-6.
- Levine, J.S. 1994. Biomass burning and the production of greenhouse gases. In: Zepp, R.G. (ed.) 1994. *Climate Biosphere Interaction: Biogenic Emissions and Environmental Effects of Climate Change*. John Wiley and Sons. ISBN 0-471-58943-3.
- Luna, L.M. 2009. Burning Season effect on four southern Chihuahuan Desert plants. Ph. D. Dissertation. Natural Resources Management Department. Texas Tech University. Lubbock, Texas, U.S.A.
- McPherson, G. R. (1995). The role of fire in desert grasslands. In *The Desert Grassland* (McClaran, M.P. and Van Devender, T.R., Eds), pp. 130-151. Tucson, AZ: University of Arizona Press.

- McPherson, G.R., G.A. Rasmussen, H.A. Wright, and C.M. Britton. 1986. Getting started in prescribed burning. Research Highlights. Dept. Range Wildlife, and Fisheries Management. Texas Tech University. Lubbock, TX. Note 9.
- Nelle, S.A. 2004. A brief ecological history of the Edwards Plateau Region of Texas with emphasis on woody plant dynamics. Thirteenth Wildland Shrub Symposium Abstracts. Fire and Water. Texas Tech University. Lubbock, TX.
- Pyne, S. J. 1982. *Fire in America: a Cultural History of Wildland and Rural Fire*. 654 pp. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Rasmussen, G.A., G. R. McPherson, and H. A. Wright. 1986. Prescribed burning juniper communities in Texas. Research Highlights. Dept. Range Wildlife, and Fisheries Management. Texas Tech University. Lubbock, TX. Note 10.
- Richburg, J.A., A. Dibble, and W.A.I. Patterson. 2001. Woody Invasive species and their role in altering fire regimes of the northeast and mid-Atlantic states. 104-111. In: Proceeding of the Invasive Species Workshop: the Role of fire in the control and Spread of Invasive Species. Galley, K. E. M., and T. P. Wilson, (Eds). First National Congress on Fire Ecology. San Diego, CA. Tallahassee, FL: Tall Timber Research Station Misc.
- Sauer, C.O. 1951. Grassland climax, fire, and man. *J. Range Manage.* 3:16-21
- Stinson, K.J. and H.A. Wright. 1969. Temperature of headfires on the southern mixed prairie of Texas. *J. Range Manage.* 22: 169-174.
- Stoddart, L.A. and A.D. Smith. 1943. Range management. McGraw-Hill Book Co. New York and London.
- Taylor, C.A. 2003. Rangeland monitoring and fire: wildfires and prescribed burning, nutrient cycling, and plant succession. *Arid-land Research and Manage.* 17: 429-438.
- Trilica, M.J. and J.L Shuster. 1969. Effects of fire on grasses of the Texas High Plains. *J. Range Manage.* 22: 329-334.
- Van Auken, O.W. 2000. Shrub invasion of North American semiarid grasslands. *Annual Rev. Ecol. Syst.* 31:197-215.
- Vallentine, J.F. 1980. Range developments and improvements. Brigham Young University Press. 2nd Edition, Provo, Utah.
- Vogl, R. J. 1979. Some basic principles of grassland fire management. *Environmental Manage.* 3: 51-57.

Wedderburn B. G. 2014. grassland fires and Arctic warming. <http://www.climate.org/publications/Climate%20Alerts/sept2012/grassland-fires-arctic-warming.html> (Consultado miércoles 3 de Septiembre de 2014)

Wright, H.A. 1974. Effect of fire on southern mixed prairie grasses. *J. Range Manage.* 27: 417-419.

Wright, H.A. 1980. The role and use of fire in the semidesert grass-shrub type. USDA Forest service General Technical report INT-85. Ogden Utah.

Wright, H. A. and Bailey, A. W. (1982). *Fire Ecology: United States and Southern Canada*. 501 pp. New York: John Wiley and Sons, Inc.

Wright, H.A., S.C. Bunting, and L.F. Neuenschwander. 1976. Effect of fire on honey mesquite. *J. Range. Manage.* 29: 467-471.

CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO EN LOS PASTIZALES MEXICANOS Y LA GANADERÍA

CLIMATE CHANGE AND ITS IMPACT ON MEXICAN GRASSLANDS AND LIVESTOCK

**Carlos Villalobos
Texas Tech University
Department of Natural Resources Management,
Box 42125, Lubbock, TX 79409.
C.Villalobos@ttu.edu**

SUMMARY

The topic of global change is found almost daily in newspapers, magazine articles and on television. Global change refers to large-scale changes in the Earth's biological, geological, hydrological, and atmospheric systems, whether of human or natural origin. The primary concern of global change has centered on the rapid increase in atmospheric concentrations of primary greenhouse gases. To a very large extent, climate is responsible for vegetation. The amount and distribution of precipitation are fundamental "drivers" of rangeland vegetation. As such, impending changes in climate, particularly changes in the precipitation and temperature regimes, are likely to propel changes in vegetation. The response of rangeland vegetation to shifting changes in the precipitation regime is likely to be complex and difficult to predict from existing knowledge. Plant response is likely to be highly species-specific, which suggests that current plant communities will not simply move to new landscape positions, but will be replaced by novel plant assemblages. The ecological consequences of climate change will vary substantially among Mexico ecoregions because of regional differences in antecedent environmental conditions; the rate and magnitude of change in the primary climate change drivers, including elevated carbon dioxide (CO₂), warming and precipitation modification; and effects among climate drivers. Owing to the complex interactions among climate, plants, cattle grazing, and land management practices, the impacts of climate change on cattle have been hard to predict. Predicting future grassland ecosystem functioning relies on understanding how changes in climate alter the quantity of forage produced, but also forage quality. Plant protein, which is a function of plant nitrogen concentrations, and digestible energy limit the performance of herbivores when in short supply; moreover, deficiencies can be expensive to mitigate. The fact that global climate change affects different regions in quite different ways. The analysis suggests that Southern states will see increased productivity and profitability in their range livestock systems while the already warmer-drier Northern region will become less productive.

Keywords: cattle, climate, digestible organic matter, grazing, protein

RESUMEN

El tema del cambio global se encuentra casi a diario en periódicos, revistas y televisión. El cambio global se refiere a modificaciones a gran escala en sistemas biológicos, geológicos, hidrológicos y atmosféricos de la Tierra, ya sea de origen humano o natural. La principal preocupación del cambio global ha sido el rápido aumento de las concentraciones atmosféricas de gases del efecto invernadero. En gran medida, el clima es responsable de la vegetación de un área. La cantidad y la distribución de la precipitación son factores fundamentales de la vegetación de pastizal. Como tal, los cambios inminentes en el clima, particularmente variaciones en la precipitación y la temperatura son causantes de cambios en la vegetación. La respuesta de la vegetación del pastizal a cambios inminentes en el régimen de precipitación suelen ser complejos y difíciles de predecir. La respuesta de las plantas al cambio climático probablemente es específica, lo que sugiere, que las especies existentes pueden ser sustituidas por ensamblajes de nuevas plantas. Las consecuencias ecológicas del cambio climático variarán sustancialmente entre regiones ecológicas de México debido a las características particulares de cada región. Otros factores cruciales de estas variaciones serán la tasa y magnitud del cambio del clima, incluyendo a la cantidad elevada de dióxido de carbono (CO₂), la modificación de las temperaturas y la precipitación; y por último el efecto combinado entre estos factores. Debido a las complejas interacciones entre clima, plantas, y animales en pastoreo, así como las prácticas de manejo de los pastizales, los impactos del cambio climático sobre los animales en pastoreo son muy difíciles de predecir. La predicción del funcionamiento de los ecosistemas de pastizales a futuro se basa en la comprensión de cómo los cambios climáticos alteran la cantidad y la calidad del forraje. Tanto la cantidad de proteína cruda, que está en función de las concentraciones de nitrógeno de la planta, como la energía digestible, limitan el rendimiento de los animales en pastoreo, cuando estos porcentajes son bajos. Por otra parte, las deficiencias pueden ser costosas de mitigar. El hecho es que el cambio climático global afectará a las regiones ecológicas de México de formas muy diversas. Este análisis sugiere que en los estados del sur aumentará la productividad y la rentabilidad de los pastizales mientras que la región norte, enfrentará condiciones contrarias.

Palabra clave: Cambio climático, Pastizales, México, Ganadería,

INTRODUCCION

El tema del cambio climático se encuentra casi a diario en artículos de revistas, diarios, y en la televisión. Para entender lo que es el fenómeno del cambio climático global, primero hay que entender lo que es el clima. El clima terrestre es producto de la constante y compleja interacción entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielo y nieve, los continentes y, muy importante, la vida en el planeta (plantas y animales en los pastizales, bosques y selvas, en océanos y en la atmósfera). (Conde, 2007).

Cada día hay variaciones en las condiciones de nuestro planeta, por lo que cada día hay variaciones en las condiciones de temperatura y lluvia. Sin embargo, a esas variaciones no les llamamos clima, sino estado del tiempo. En buena parte del planeta y, en particular en nuestro país, esperamos frío en invierno y calor en verano. Asimismo,

esperamos que en primavera inicien las lluvias y que éstas sean más intensas y regulares en verano. Esto que esperamos se llama clima (Conde, 2007).

Para medir al clima, esto es, para asociarle números al clima de una localidad, una región o un país, es necesario medir diariamente las condiciones de temperatura, lluvia, humedad y viento, además de observar las condiciones de nubosidad, de la trayectoria de los huracanes, de las masas de aire frío que entran por el norte a nuestro país, etc. Para ello, es necesario conocer durante varios años el estado del tiempo. Varios años de mediciones y observaciones nos permiten entonces decir que el promedio de temperatura en el verano es de tanto y que llueve durante esa estación unos 370 mm de lluvia. Es necesario tener por lo menos 30 años de datos y observaciones para hablar con seguridad del clima esperado y de la historia de las variaciones posibles en el estado del tiempo de una región. Conde, 2007).

Se nombra “cambio climático” a la variación global del clima de la Tierra. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc. El término suele usarse, de forma poco apropiada, para hacer referencia tan solo a los cambios climáticos que suceden en el presente, utilizándolo además como sinónimo de calentamiento global. Calentamiento global es un término utilizado para referirse al aumento en la temperatura media de la atmósfera terrestre y de los océanos.

Las evidencias científicas acerca de la aceleración del proceso de calentamiento global parecen acumularse con el paso de los años. Sobre esto no pareciera haber mayor controversia científica, aun cuando existe discusión acerca de las causas de dicho fenómeno, quedando por responder con más certeza cómo, cuánto, cuándo y dónde se manifestarán los principales impactos. Para entender este tipo de cambios es necesario tener un entendimiento sólido sobre el clima y el cambio climático: ¿Qué sabemos? ¿Cómo lo sabemos? Y ¿Qué tan cierto es lo que sabemos?

Factores que influyen en el cambio climático

La temperatura de la tierra está determinada por el equilibrio entre la energía que entra y la que sale. El cambio climático surge en gran medida de los cambios del equilibrio del calor de la tierra. Muchos factores pueden influir en esto, tanto los procesos naturales como los antropogénicos. Es el impacto de los procesos antropogénicos, mediante los cuales se da la mayor parte del efecto de invernadero, lo que pueda estar causando el cambio climático contemporáneo. A su vez, este cambio podría provocar considerables perturbaciones ambientales, sociales y económicas si no se implementan medidas de adaptación y mitigación adecuadas.

Como se muestra en el diagrama, los principales factores que influyen en el cambio climático son:

- Factores extraterrestres, tales como variaciones en la actividad solar y cambios en la órbita de la tierra y la inclinación de su eje.
- Los volcanes y el movimiento de los continentes y montañas también influyen el clima, pero esto ocurre únicamente durante millones de años, por lo que puede considerarse constante sobre las escalas de tiempo de décadas a siglos.
- Factores operativos sobre la superficie terrestre son la reflexión o albedo de la superficie; la cantidad de calor en los océanos y la atmósfera y el nivel de

intercambio de calor entre ellos; y la influencia de la vegetación de tierra sobre el equilibrio de la composición y el calor de la atmósfera.

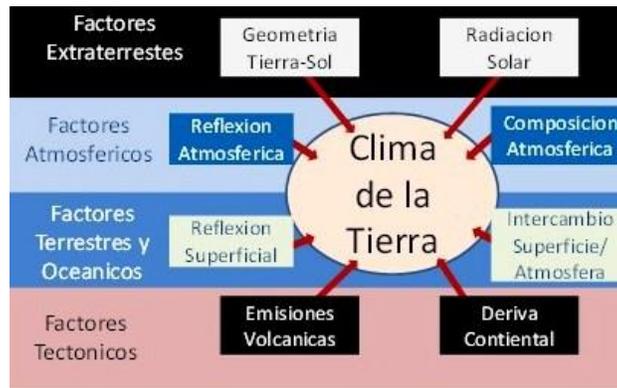


Figura 1. Factores que controlan el cambio climático de la tierra

- Factores atmosféricos incluyen la composición de la atmósfera y su reflectividad de la superficie de la tierra a la estratosfera.

Muchos de estos factores están interrelacionados y las interacciones atmosféricas, del océano y de la tierra pueden involucrar complejos mecanismos de retroalimentación que puede mejorar o amortiguar los cambios en el sistema climático.

Las influencias naturales en el sistema climático han causado las variaciones en el clima de la tierra por más de cientos de miles de años, así como en plazos más cortos en décadas. Muchos de estos procesos se ven afectados por la actividad humana, además de los factores extraterrestres y factores asociados a la actividad tectónica de la tierra. En gran medida, el clima es responsable de la vegetación de un área geográfica. La cantidad y la distribución de la precipitación son factores fundamentales de la vegetación de esa área.

Esta publicación tiene el objetivo de proporcionar una evaluación concisa y objetiva de las tendencias y proyecciones del clima y posibles consecuencias ecológicas del cambio climático que son de interés inmediata para los pastizales de México y la ganadería. Esta publicación está organizada de forma que sintetice los impactos ya sea individuales o en conjunto de los tres principales factores que controlan el cambio climático: 1) Cantidades elevadas de dióxido de carbono en la atmósfera (CO₂), 2) Calentamiento de la atmósfera y 3) la modificación de los patrones de precipitación sobre los procesos ecológicos relacionados con los ecosistemas de pastizales de México.

Los pastizales de México y sus usos

El término pastizal se usa en forma genérica en México, 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). Pastizal, en base a lo antes mencionado incluye cualquier tipo de vegetación que proporcione alimento y sustento al ganado y a los animales silvestres y que por no ser propicias para el cultivo constituyen la fuente más barata de forraje, por

ello abarca desde lo que se conoce como desierto hasta las áreas de bosque abierto en las que se pueda combinar el pastoreo con la explotación forestal, pasando por muchos tipos de matorrales y pastizales propiamente dichos (Aizpuru 1978). En base a la definición anterior en México se ha estimado que entre el 52% y 60 % de la superficie son pastizales donde la principal actividad es la ganadería.

REGIONES AGROECOLÓGICAS-GANADERAS

En México la ganadería representa una de las principales actividades del sector agropecuario del país por la contribución que realiza a la oferta de productos cárnicos y lácteos. México cubre 1 964 375 k kilómetros cuadrados donde se identifican tres grandes regiones (Agroecológicas) ganaderas que son (Fig. 2) (INEGI)

- 1.- La región norte árida y semi-árida.
- 2.- La región templada centro.
- 3 La región trópica húmeda y seca.

Estas regiones ecológicas tienen características particulares en cuanto clima, a sistemas de producción, tipo de productos obtenidos y canales de comercialización. Así, la región norte se especializa en la producción de becerros para exportación, mientras y la región templada en la finalización de ganado para abastecer de carne al mercado interno.



Figura 2. Distribución de las zonas Agro-ecológicas de la República Mexicana (INEGI)

Debido a las características de cada una de estas zonas el gradiente de precipitación afecta la producción de biomasa así como a la composición de las especies disponibles para los animales en pastoreo y sobre todo las limitaciones de los recursos controlan las interacciones suelo-planta. Se espera que el cambio global tenga un impacto en los pastizales de México en gran parte a través de los cambios en las variables ambientales de humedad y temperatura. Sin embargo, los efectos combinados del cambio global variarían en cada una de estas regiones.

Los pastizales y el cambio climático

En general, las especies de los pastizales han recibido menos atención que especies de cultivo en su respuesta a los cambios anticipados en la temperatura, la

precipitación y la concentración atmosférica de CO₂ relacionadas con el cambio climático (Newman et al., 2001). La respuesta de los pastizales al cambio climático es compleja porque, además de los principales generadores del cambio climático (concentración de CO₂, temperatura y precipitaciones), así como el manejo de los mismos afectan a esta respuesta (por ejemplo, competencia, hábitos de crecimiento, productividad estacional, etc.). Muchos de los estudios en esta publicación es de literatura publicada sobre pastizales de clima templados y las respuestas a los cambios de temperatura, precipitación y las concentraciones de CO₂ proceden de regiones fuera de México, pero se pueden aplicar a los pastizales de México.

La ecología global de los pastizales es determinada principalmente por la distribución espacial y temporal de las precipitaciones y la disponibilidad del agua del suelo (Campbell et al. 1997; Knapp, Briggs and Koelliker 2001; Morgan 2005). El aumento de CO₂ en la atmósfera, así como el calentamiento de la atmósfera y los cambios en los patrones de precipitación todo esto afecta fuertemente sobre el contenido de agua del suelo y las relaciones planta -agua (Alley et al. 2007; Morgan et al. 2004b), por lo que es esencial entender la combinación de estos efectos sobre el funcionamiento de los ecosistemas de pastizales.

La ciencia del cambio climático predice un aumento en las temperaturas y una mayor variabilidad climática para el futuro, incluso sequías más frecuentes y más graves, así como tormentas más severas, todo esto como consecuencia del aumento de las concentraciones atmosféricas de los gases del efecto de invernadero.

La ciencia del cambio climático sin ninguna duda contiene muchas dudas, en parte porque los sistemas climáticos y ecológicos son complejos y las consecuencias de este fenómeno sin precedentes se verán reflejado sobre periodos a largo tiempo. A pesar de estas incertidumbres, sería irresponsable ignorar la evidencia acumulada por el cambio climático — la predicción actual y las proyecciones de los modelos, basándose en el grado de la magnitud de los cambios que no son totalmente conocidos.

Proyecciones de cambio climático sobre los pastizales

Se han utilizado un conjunto de modelos climáticos para simular las proyecciones de temperatura y la precipitación para el año 2050 (Meehl et al., 2007) basándose en escenarios de emisiones “moderadas” de gases de efecto de invernadero durante las próximas décadas (IPCC 2007). Los modelos de cambio climático proyectan que el promedio de temperatura anual aumentará aprox. 2 – 4C en el oeste de Estados Unidos y Norte de México, las temperaturas mínimas aumentaran más rápidamente que las temperaturas máximas (es decir, el calentamiento será mayor por la noche).

Existe una mayor duda, con los cambios proyectados en la precipitación que con los cambios con la concentración de CO₂ o con en el calentamiento global, pero el consenso general es que los veranos serán más secos en gran parte del oeste de Estados Unidos y Norte de México, así como los inviernos más húmedos en la parte Norte de EUA (Seager y Vecchi 2010). Se espera que la precipitación anual disminuya alrededor del 2.5% en el Suroeste de los Estados Unidos y Norte de México. No se sabe si el cambio climático favorecerá los eventos en el futuro de la niña o el niño (IPCC 2007). Con el efecto de la niña típicamente se presentan condiciones más secas en el Suroeste de los estados Unidos y norte de México.

Con el calentamiento atmosférico se pronostica que se reducirá la frecuencia de la lluvias pero se aumentara la intensidad cuando esta ocurra (Groisman et al. 2005; Wentz et al., 2007; Karl et al. 2009). Se pronostica que las olas de calor seguirán aumentando tanto en frecuencia como en magnitud, en proporción al incremento de la temperatura global, mientras que los eventos de temperaturas bajas (heladas) pueden ser más moderadas (Kharin et al. 2007). Por ejemplo, días calurosos que se habrían producido una vez cada 20 años en el siglo pasado se prevé que se producirán cada 3 años en el 2050 (CCSP 2008).

IMPLICACIONES ECOLÓGICAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Las consecuencias ecológicas del cambio climático variarán principalmente entre las regiones geográficas de México en respuesta a las condiciones ambientales del área y con las interacciones entre los factores que controlan el cambio climático (Fig. 3). Los modelos del cambio climático proyectan escenarios únicos para el Suroeste de los Estados Unidos y Norte de México, (IPCC 2007). Por lo tanto, es necesario evaluar las consecuencias ecológicas de estas proyecciones independientemente en cada una de las zonas geográficas en México y reiterar esta variación regional.

Los factores responsables del cambio climático, unidos con una mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos, afectarán en conjunto la disponibilidad de agua del suelo que influirá en muchos aspectos de la función y estructura del ecosistema del pastizal, aunque estos factores tienen efectos únicos (Fig. 3) (Luo 2007; Knapp et al., 2008; Morgan et al. 2011). Asimismo, las respuestas del ecosistema a estos factores del cambio climático variará entre localidades dentro de una región debido a las diferencias locales en las características del suelo, incluyendo la capacidad de retención de agua, de la especies de plantas existentes, las prácticas de manejo (intensidad de pastoreo, los regímenes de fuego) y los patrones históricos de utilización de la tierra. Los posibles efectos de estos factores que controlan el cambio del clima, individualmente y en conjunto, afectaran la productividad primaria, la composición de la vegetación, fenología de las plantas, y la dinámica del carbono dentro del ecosistema y finalmente la producción ganadera, esto se discutirán en las secciones siguientes.

Productividad Primaria

La productividad primaria de biomasa del agostadero y el ciclo del carbono dependen principalmente de la cantidad y la distribución estacional de la precipitación y depende en forma secundaria sólo de otras variables climáticas. Esto se demuestra por la fuerte relación lineal entre la productividad primaria neta y precipitación media anual para la mayoría de los pastizales (Sala et al., 1988). La producción del pastizal varía entre años en respuesta a la variabilidad interanual de la precipitación, pero variabilidad en la producción no aumenta proporcionalmente con la variabilidad de las precipitaciones. La producción de los pastizales está más relacionada con la variabilidad interanual de las precipitaciones en pastizales mésicos y semiárido del desierto porque la mayoría de la producción de biomasa (70%) en los sistemas de mésicos está relacionada con la precipitación que coinciden con los periodos de crecimiento y la disponibilidad de N en suelo (Knapp y Smith, 2001)

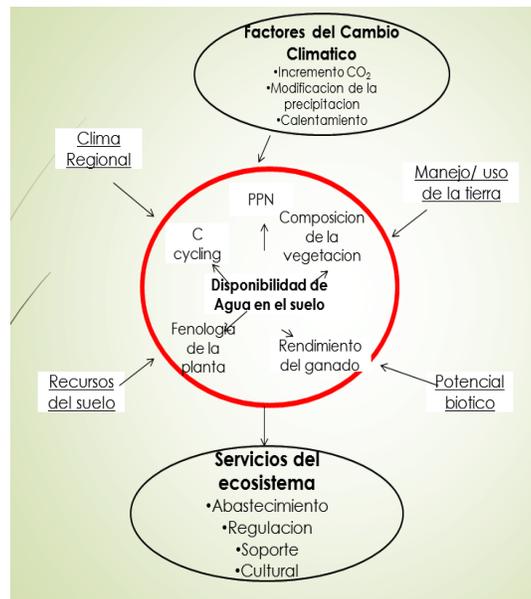


Fig. 3. Modelo conceptual que ilustra la respuesta de los ecosistemas de pastizales al cambio climático. (Adaptado de Polley, et al. 2013)

Efectos Del Elevado Dióxido De Carbono En Las Interacciones Del Ecosistema del pastizal

La mayoría de las especies forrajeras de los pastizales poseen la vía fotosintética ya sea C4 (especies de gramíneas de crecimiento de verano), que representan la mayoría de pastos en el país; o C3 (que incluye la mayoría de las especies arbustivas, herbáceas de hoja ancha, así como los pastos de crecimiento invernal) y que no se saturan con la cantidad actual de CO₂ en la atmósfera, de esta manera pueden responder a los cambios ambientales de CO₂ (Drake et al. 1997). Por el contrario, las plantas con fotosíntesis vía C4 (que incluye la mayoría de las gramíneas perennes de México), están casi saturadas con los niveles de CO₂ actuales (390 μmol mol⁻¹) cuando la humedad del suelo es adecuado. Sin embargo, algunas especies con fotosíntesis C4, exhiben una respuesta positiva fotosintética y por consiguiente un mejor crecimiento a un elevado contenido de CO₂ (Polley et al. 2003). Las plantas herbáceas cierran las estomas parcialmente en respuesta al aumento de la concentración de CO₂, reduciendo la absorción del agua y las tasas de transpiración. Esto lleva a un mejoramiento en la eficiencia del uso del agua, las relaciones de las plantas y suelos y la productividad de las plantas bajo condiciones limitada de agua (Morgan et al., 2004b).

Análisis de numerosos estudios en condiciones de invernadero, cámaras de crecimiento y estudios de campo confirmarán en general una respuesta positiva de las plantas a elevado contenidos de CO₂ en términos de la fotosíntesis, biomasa y rendimiento (Kimball 1983; Amthor, 2001; Jablonski et al., 2002; Kimball et al., 2002; Ainsworth y Long, 2005; Tubiello et al., 2007; HATFI eld et al., 2011). En promedio, el doble de CO₂ a la cantidades actuales aumenta rendimiento reproductivo en un 30% en

especies arbustivas y aquellas gramíneas de crecimiento invernal y un 10% en especie especies de crecimiento de verano (Hatfield et al., 2011).

Se ha encontrado una respuesta positiva en la productividad de los pastizales a los aumentos en CO₂. El aumento de casi el 40% de concentración preindustrial (280–385 ppm), ha dado como resultado un aumento en la productividad de la biomasa aérea de pastizales en la parte central de Texas de 42 a 69% (Polley et al., 2003). Se ha producido un incremento similar en la biomasa cuando se incrementó el CO₂ del nivel presente a una concentración elevada. La respuesta de la productividad primaria neta, a las concentraciones elevadas de CO₂ en la mayor parte de los pastizales depende de la precipitación y la disponibilidad de agua del suelo. Experimentos conducidos en pastizales cortos en el estado de Colorado y pastizales altos en Kansas presentaron que la producción primaria neta responde mejor al aumento de CO₂ en pastizales cortos de zonas semiáridos que en pastizales más húmedos y para un ecosistema determinado durante años secos y húmedos (Fig. 4) Sin embargo, en otro experimento realizado en el desierto de Mojave (Smith et al., 2000), un aumento del CO₂ estimuló el crecimiento de los arbustos durante años relativamente húmedos.

Se proyecta que habrá un aumento de las especies arbustivas porque al elevarse el CO₂ atmosférico se incrementará la tasa fotosintética resultando en un crecimiento rápido de árboles y arbustivas. Asimismo, las especies arbustivas tendrán ventaja en la competencia por luz sobre las gramíneas. Los cambios de gramíneas a arbustivas dependen fundamentalmente de la historia de pastoreo, régimen de fuego y tipo de suelo (Archer et al. 1995).

Efectos de la temperatura

El aumento de dióxido de carbono no es el único cambio climático conocido que afecta la producción primaria neta de los pastizales. El aumento de temperaturas de suelo y del aire puede cambiar la productividad de los pastizales en determinadas condiciones; Sin embargo, también hay efectos negativos de las temperaturas altas, especialmente en las regiones secas y calientes.

La temperatura regula las tasas de las reacciones químicas tanto de los suelos como las de las plantas; así como los flujos de agua y energía entre la superficie de la tierra y la atmósfera. Estas dos tienen efectos directos que el calentamiento (temperatura) tiene sobre la producción de biomasa. El calentamiento puede mejorar la productividad aliviando los efectos negativos de las bajas temperaturas que afectan el crecimiento de las plantas (Luo 2007; Lin et al. 2010), extendiendo la temporada de crecimiento y aumentando la tasa de mineralización del N, siempre que suficiente agua esté disponible (Rustad et al. 2001; Parton et al., 2007; Dijkstra et al. 2008).

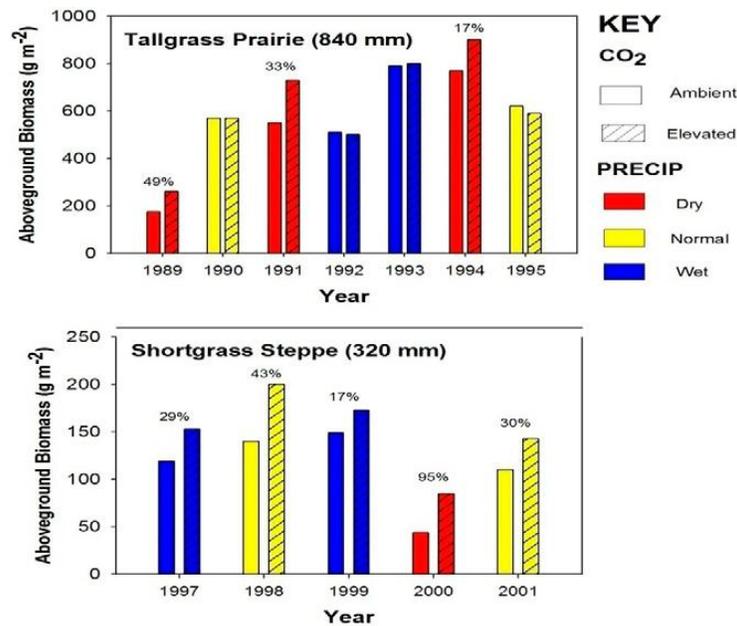


Figura 4. Producción de biomasa durante el verano en un pastizal de Kansas y Colorado (Owensby et al., 1999; 1989–1995; Morgan et al., 2004a; 1997– 2001).

Por lo contrario, el aumento de la temperatura puede también reducir la producción de biomasa (Pepper et al. 2005; Hovenden et al. 2008a) mediante el aumento de presión de vapor del aire, provocando una mayor evapotranspiración y reduciendo la disponibilidad de agua del suelo (Harte et al. 1995; WAN et al. 2002; Hovenden et al., 2008a; Sherry et al. 2008) y además disminuyendo la disponibilidad de agua en la planta o la eficiencia de la transpiración (McKeon et al. 2009). Estas influencias opuestas del calentamiento pueden explicar por qué muchos experimentos de pastizales han mostrado poco o ningún efecto del calentamiento sobre el crecimiento de las plantas o el aumento de la producción de biomasa (Duques et al., 2005; Klein et al., 2007; Pendall et al. 2011). Sin embargo, el calentamiento en presencia de altas cantidades de CO₂, puede aumentar la producción de biomasa en sistemas semiáridos debido al efecto de conservación de agua por al aumento de CO₂ (Morgan et al., 2011).

Los efectos del aumento de temperatura y CO₂ en la fenología de las plantas de los pastizales no son bien entendidos o cuantificados todavía. Así que, la temperatura, controlador principal del clima, determinará la duración de la época de crecimiento y la fenología de las plantas, pero la variabilidad de la precipitación y el CO₂ pueden causar desviaciones de los patrones generales esperados y no la temperatura por sí sola.

Composición de la vegetación

En gran medida, el clima es responsable de la vegetación de un área geográfica. La cantidad y la distribución de la precipitación son factores fundamentales de la vegetación del pastizal. Como tal, inminentes cambios en el clima, particularmente los cambios en la precipitación y regímenes de temperatura, es probables que impulsen cambios en la vegetación.

El cambio climático puede modificar la composición de la comunidad vegetal, cambiar la distribución geográfica de las comunidades y contribuir a la expansión y reducción de los niveles de distribución de especies de plantas exóticas, invasoras. El rango de expansión de algunas especies estará relacionada con las características funcionales de cada especie ya que cada especie se adapta mejor a las condiciones climáticas alteradas. El cambio climático afectará la composición de las especies de los pastizales, en gran parte por la cantidad y el patrón estacional del agua del suelo que afectara la competencia de las plantas (duques y Mooney 1999; Knapp et al., 2008; Volder et al 2013). Los cambios de la cubierta de suelo como resultado del sobrepastoreo, invasión de arbustivas y la invasión de plantas exóticas impactará la hidrología de los pastizales agostadero y afectará la respuesta de la vegetación al cambio climático (Wilcox et al., 2011).

Invasión de Plantas exóticas

El cambio climático no requiere favorecer plantas exóticas o invasoras sobre especies nativas, pero a menudo las plantas exóticas tienen características que contribuyen a incrementarse rápidamente y utilizar el hábitat (Duques and Mooney 1999).

Estas características incluyen tiempos de generación muy cortos, alta fecundidad y una capacidad de dispersión muy rápida para expandirse a nuevos hábitats, amplias rangos de tolerancias ambientales incluyendo el uso eficiente de recursos como CO₂ y N (Bradley et al., 2010).

El cambio climático conducirá a combinaciones de temperatura y precipitación que difieren de las condiciones actuales. Estos cambios, junto con las diferencias de las especies en la forma de dispersión o propagación así como la introducción de especies exóticas, pueden resultar en comunidades de plantas que puedan ser completamente diferente a cualquiera de las que tenemos hoy (Williams y Jackson 2007). Se pronostica que el cambio climático contribuirá a nuevas comunidades en áreas donde el calentamiento global (aumento de temperatura) sea más rápido, incluyendo el Oeste de los Estados Unidos (Williams y Jackson 2007).

Efectos del cambio climático en la producción ganadera

El cambio climático puede afectar la producción ganadera tanto directamente a través de impactos fisiológicos en funcionamiento de los animales e indirectamente mediante modificaciones de la cantidad y calidad del forraje. Para comprender mejor cómo el cambio climático afecta a los animales, debemos de considerar no sólo la calidad general de forraje, sino también los cambios fenológicos asociados con la calidad que en última instancia puede afectar al éxito reproductivo de los animales (Frank et al., 1998).

La sobrevivencia, el crecimiento y la producción de los animales en pastoreo dependen de los nutrientes proporcionados por las plantas forrajeras (disponibles) que componen el pastizal, de la composición botánica del pastizal y de la variación a través del año, del tipo de animales y de sus hábitos de pastoreo, de los requerimientos nutritivos de los animales y las interacciones entre los animales y las plantas forrajeras (Van Soest , 1982). La cantidad de proteína de las plantas está en función de la concentración de nitrógeno de la misma, y la energía digestible limita el rendimiento de

los herbívoros cuando no están disponibles, por otra parte las deficiencias pueden ser muy costosas de aliviar.

En los pastizales semiáridos, es el efecto indirecto del aumento de los niveles atmosféricos del CO₂ que tiene en las relaciones planta-agua lo que puede afectar las respuestas del ecosistema al CO₂. Estas relaciones del agua pueden dar lugar a aumentos substanciales en la producción primaria neta, y las respuestas sugieren que los pastizales semiáridos pueden estar entre los ecosistemas del mundo que respondan más rápidamente. Al aumentar el CO₂ en la atmósfera se incrementa la productividad de la biomasa. Sin embargo, esto está acompañado por una concentración más baja de nitrógeno en el forraje y una reducción de la digestibilidad. Así aun cuando la producción de las plantas es estimulada por el elevado CO₂ la producción de biomasa es de más baja calidad y es menos deseable tanto para ganado como para la fauna silvestre. Además, las diferentes respuestas entre las especies de las plantas al elevado CO₂ causan un cambio significativo en la composición de las especies de plantas en la comunidad con implicaciones muy importantes tanto ecológicas como de manejo. Una de las principales diferencias entre las plantas con características fotosintéticas C3 y C4 es como determinan las respuestas al aumento del CO₂ y a la temperatura. Estas características a su vez tienen consecuencias en la eficiencia del uso de luz, agua y nitrógeno; así como la digestibilidad de biomasa. Las consecuencias ecológicas de los cambios en la relación de plantas C3 y C4 han recibido poca atención. Sin embargo, se ha mencionado que las plantas con características C4 tienen un contenido nutricional menor que las gramíneas con características de C3 debido a menor contenido de nitrógeno, mayor contenido de fibra y a las propiedades anatómicas de las hojas lo cual hace menos accesibles los nutrientes (1973 Caswell, Ehleringer and Monson 1993, Heckathorn et al. 1999). Pero la respuesta de los animales en pastoreo no se afecta solamente por la calidad de la dieta. Existen otros aspectos de la biología de las plantas con características de C4 que pueden también afectar a los animales en pastoreo

El rendimiento animal es el resultado de una compleja interacción de la calidad de la dieta, fenología y producción del forraje. La calidad de la dieta es fundamental porque, aun habiendo alta cantidad de forraje disponible, puede haber un punto donde la calidad no puede llenar los requerimientos para mantenimiento (CSIRO 2007). Los rumiantes requieren una dieta que contenga al menos un 7% de proteína cruda para mantenimiento, 10 a 14% de proteína para el crecimiento y 15% de proteína para lactancia (Ulyatt et al., 1980). La fermentación ruminal óptima también requiere un equilibrio entre la disponibilidad de energía y proteína (relación de DOM: CP). La tasa en pasaje del rumen disminuye con un mayor contenido en fibra en la dieta de los animales resultando una disminución del consumo. Por lo tanto, la producción eficiente de los animales en condiciones de pastoreo depende de la cantidad y calidad del forraje disponible. Los parámetros de mayor calidad para forraje además de contenido de fibra y el contenido de proteína, son los carbohidratos (energía), minerales y compuestos tóxicos secundarios.

El aumento del CO₂ incrementa los carbohidratos no estructurales (Read et al., 1997) mejorando la calidad del forraje (Brito et al., 2008). Sin embargo, se espera que este efecto tenga una variación entre especies forrajeras. El aumento de CO₂ afecta la concentración de proteína de las plantas, contrarrestando los efectos positivos del CO₂

en mayor producción de la biomasa y de los carbohidratos (Cotrufo et al., 1998; Milchunas et al., 2005). Hay estudios limitados que sugieren que la disminución es más significativa cuando la cantidad de N en el suelo es baja; (Bowler and Press, 1996; Wilsey, 1996), con la implicación general de que el aumento de CO₂ reduce la digestibilidad de forrajes ya de baja calidad para rumiantes.

El aumento de la temperaturas reduce la concentración del nitrógeno en los tejidos de las plantas (Wan et al., 2005), mientras que las reducciones en la precipitación tienen el efecto contrario. La disminución en la calidad del forraje tiene efectos negativos sobre el crecimiento, reproducción y mortalidad de los animales (Milchunas et al., 2005; Owensby et al., 1996) y puede crear un sistema de producción de ganado insostenibles al menos que se utilice la suplementación proteica.

En un estudio en los pastizales cortos durante un periodo de 3 a 4 años, donde se aumentó la cantidad de CO₂, se redujo la concentración de proteína durante el verano a niveles críticos de mantenimiento para el ganado en pastoreo y la digestibilidad se redujo un 14% a mediados de la estación de crecimiento y 10% durante el otoño (Milchunas et al., 2005).

Cambios positivos y negativos en la calidad del forraje son posibles debido a cambios climáticos y atmosféricos. En el cuadro 1 podemos ver los posibles cambios de vegetación y efectos ambientales en la proteína del forraje contenido de carbohidratos así como el contenido de fibra.

Las predicciones contradictorias con respecto a los efectos del clima sobre los animales en pastoreo pueden ser difíciles de corregir dado la cantidad de variables usadas para la predicción. Experimentos o respuestas de pastizales a la variación interanual en el clima pueden proporcionar las bases para predecir el funcionamiento de pastizales a futuro. Sin embargo, experimentos de cambio climático son generalmente demasiado pequeños para permitir el pastoreo y poder predecirlo adecuadamente. Además, la variación interanual pasa demasiado rápido para que las comunidades vegetales y los procesos de los ecosistemas respondan. Los manejadores de los pastizales también son incapaces de ajustar sus prácticas a la variación interanual del clima de la misma manera que se produciría con largos períodos de cambio climático.

Comparando los cambios en la proteína cruda (PC) y digestibilidad de la materia orgánica (DMO) con el cambio climático sugieren que los animales en pastoreo pueden tener más deficiencias de proteína si el clima se convierte en clima más cálido y seco. La proporción de forraje DMO: PC es un índice de la fermentabilidad ruminal (Moore et al., 1999); el aumento de la relación de DMO: PC indica una deficiencia de proteína. Aunque PC y DMO se ven afectados de una manera similar por el clima, los descensos en la DMO con incrementos de la temperatura media anual (TMA) y disminución de TMA fueron de menor magnitud que la disminución de la PC. El efecto neto fue aumentar la relación DMO: PC, conforme aumenta TMA y disminución en la precipitación promedio anual PPA.

Un clima más seco y caliente puede dar lugar a disminuciones regionales en la calidad del forraje. Con las relaciones actuales entre el clima y la calidad de las plantas, los cambios en precipitación y temperatura podrían compensar efectos sobre la calidad de la planta, sin embargo por cada grado de incremento en la temperatura se requeriría un aumento en la precipitación anual de más de 200 mm, mucho más allá de cualquier

aumento en precipitación pronosticada (Christensen et al., 2007). Los aumentos proyectados en CO₂ atmosférico agravarán las concentraciones del nitrógeno de las plantas, dando como resultado menor proteína en la dieta de los animales aunque la producción de la vegetación podría aumentarse en áreas con limitación de precipitación (Ainsworth y desear, 2005).

Cuadro 1. Posibles cambios en la calidad del forraje debido al aumento de CO₂ en la atmósfera y el cambio climático.

Cambio	Ejemplos de los cambios positivos en la calidad del forraje	Ejemplos de cambios negativos en la calidad del forraje
Distribución de tipo de plantas	Disminución en la proporción de plantas arbustivas y aumento de gramíneas en áreas con un aumento en la frecuencia de fuegos	Aumento en la proporción de plantas arbustivas debido al aumento de CO ₂ y aumento en los eventos de precipitación(intensidad) y un mayor intervalo entre los eventos de las precipitaciones
Distribución de especies	Un posible aumento de gramíneas C3 en relación a gramíneas C4 con un elevado CO ₂	Un posible aumento de gramíneas C4 en relación a gramíneas C3 con el aumento de las temperaturas. Aumento de herbáceas/arbustivas y gramíneas perennes de baja digestibilidad con un elevado CO ₂ .Aumento de plantas toxicas y malezas
Propiedades bioquímicas de las plantas	Aumento de los carbohidratos no estructurales con un elevado CO ₂ , aumento en el contenido de proteína en plantas con reducida precipitación	Disminución del contenido de proteína y digestibilidad en plantas con un elevado CO ₂ , o altas temperaturas. No cambio o una disminución de proteína cruda en areas con precipitación durante el verano

R. C. Izaurralde, A. M. Thomson, J. A. Morgan, P. A. Fay, H. W. Polley, and J. L. Hatfield (2011).

Por ejemplo, los modelos de la producción del ganado que incorporan cambios en calidad y cantidad del forraje bajo condiciones del cambio climático han pronosticado que los efectos del clima cambiarán el rendimiento del ganado en los pastizales de las grandes planicies de los Estados unidos debido a los cambios específicos regionales en la producción y la calidad del forraje asociadas con los ciclos del nitrógeno y el agua (Baker y otros., 1993; Hanson y otros., 1993).

El resultado más probable de los cambios a largo plazo en calidad del forraje será un movimiento hacia clases o razas de ganado con requerimientos de nutrientes relativamente bajos, por ejemplo, ganado maduro en lugar de animales en crecimiento. Los manejadores también pueden cambiar los programas de manejo como las épocas de empadre, así como también las especies de forraje que sean compatibles con el área. Incluso después de estos ajustes, el ganado ganará menos peso o será necesario utilizar más suplementos. Estas opciones, aumentaran los costos de producción a una industria ganadera ya con problemas financieros, además estas demandas en otros sectores agrícolas de producir más suplementos así como incrementar el uso de combustibles

fósiles. La disminución de la calidad del forraje tiene consecuencias más allá de la economía de la producción agrícola.

Se requiere investigación más práctica y mecánica para entender la naturaleza de la variación geográfica en la calidad de las plantas para reducir la incertidumbre en que se asume que las relaciones espaciales entre el clima y la calidad del forraje puedan predecir los cambios en la calidad del forraje conforme el clima cambia para una región dada. El análisis de patrones en la calidad del forraje entre las regiones ecológicas de México revela que el aumento en las temperaturas y la disminución en la precipitación disminuirán la proteína cruda y la energía digestible para las regiones con climas continentales afectando drásticamente a los animales en pastoreo en esas zonas.

Resumen del efecto del cambio climático en los pastizales de México

-Las consecuencias ecológicas del cambio climático variarán substancialmente entre regiones ecológicas de México en respuesta a condiciones ambientales ya preexistentes y la forma de la modificación del calentamiento y la precipitación entre diferentes regiones. Los procesos de los ecosistemas como la producción de biomasa disminuirán en el Norte y posiblemente en el trópico seco del país en respuesta al calentamiento y la disminución en la precipitación.

-Los tres principales factores que contribuyen al cambio climático — aumento de la concentración atmosférica del CO₂, calentamiento atmosférico y la modificación de la cantidad y distribución de los patrones de precipitación — conjuntamente afectarán la disponibilidad de agua del suelo que afecta directamente muchos aspectos de los sistemas del pastizal.

- El cambio climático puede modificar la composición de la vegetación del pastizal e inducir cambios en la distribución geográfica de especies de plantas, incluyendo especies exóticas (invasoras). En algunos casos, restablecimiento de vegetación puede producir comunidades completamente diferentes a las que existen hoy.

- Un aumento en los extremos climáticos, específicamente años/épocas muy húmedos vs. años/épocas muy secas probablemente aumentará la frecuencia y magnitud de los incendios de pastizales y requerirá una mayor atención al manejo del combustible y las garantías para la vida humana y la propiedad.

_ Los sistemas de producción pecuaria sobre todo en el Norte de México serán cada vez más limitados por los efectos combinados de una reducción del forraje y una menor calidad.

LITERATURA CITADA

- Ainsworth, E.A., and S.P. Long. 2005. What have we learned from 15 years of free-air CO₂ enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂. *New Phytol.* 165:351–371.
- Aizpuru G., E. 1978. Manejo de Pastizales¹. Ecología de pastizales. Primera parte. SEP-UACH. Escuela Superior de Zootecnia. Chihuahua, Chih., Mexico.
- Allard, V., P.C.D. Newton, M. Lieff ering, J.F. Soussana, P. Grien, and C. Matthews. 2004. Elevated CO₂ effects on decomposition processes in a grazed grassland. *Glob. Change Biol.* 10:1553–1564.
- Amthor, J. 2001. Effects of atmospheric CO₂ concentration on wheat yield: Review of results from experiments using various approaches to control CO₂ concentration. *Field Crops Res.* 73:1–34.
- Austin, A.T., and L. Vivanco. 2006. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation. *Nature (London)* 442:555–558.
- Araujo MB, Pearson RG, Thuiller W, Erhard M. 2005. Validation of species-climate impact models under climate change. *Global Change Biology*, 11, 1504–1513.
- Ayers, E., D.H. Wall, B.L. Simmons, C.B. Field, J. Roy, D. Milchunas, and J.A. Morgan. 2008. Belowground grassland herbivores are surprisingly resistant to elevated atmospheric CO₂ concentrations. *Soil Biol. Biochem.* 40:978–985.
- Badeck, F.W., A. Bondeau, K. Bottcher, D. Doktor, W. Lucht, J. Schaber, and S. Sitch. 2004. Responses of spring phenology to climate change. *New Phytol.* 162:295–309.
- Baker BB, Hanson JD, Bourdon RM, Eckert JB. 1993. The potential effects of climate-change on ecosystem processes and cattle production on US rangelands. *Climatic Change*, 25, 97–117.
- Benchaar C, Pomar C, Chiquette J (2001) Evaluation of dietary strategies to reduce methane production in ruminants: a modelling approach. *Canadian Journal of Animal Science*, 81, 563–574.
- Benchaar C, Rivest J, Pomar C, Chiquette J. 1998. Prediction of methane production from dairy cows using existing mechanistic models and regression equations. *Journal of Animal Science*, 76, 617–627.
- Bertrand, A., D. Prevost, F.J. Bigras, and Y. Castonguay. 2007. Elevated atmospheric CO₂ and strain of rhizobium alter freezing tolerance and cold induced molecular changes in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Ann. Bot. (London)* 99:275–284.

- Bertrand, A., D. Prevost, F.J. Bigras, R. Lalande, G.F. Tremblay, Y. Castonguay, and G. Belanger. 2008a. Alfalfa response to elevated CO₂ varies with the symbiotic rhizobial strain. *Plant Soil* 301:173–187.
- Bertrand, A., G.F. Tremblay, S. Pelletier, Y. Castonguay, and G. Belanger. 2008b. Yield and nutritive value of timothy as affected by temperature, photoperiod and time of harvest. *Grass Forage Sci.* 63:421–432.
- Breman H, de Wit CT (1983) Rangeland productivity and exploitation in the sahel. *Science*, 221, 1341–1347.
- Billings, S.A., S.M. Schaeffer, and R.D. Evans. 2004. Soil microbial activity and N availability with elevated CO₂ in Mojave Desert soils. *Global Biogeochem. Cycles* 18:GA1011 10.1029/2003GB002137.
- Briggs, J.M., A.K. Knapp, J.M. Blair, J.L. Heisler, G.A. Hoch, M.S. Lett, and J.K. McCarron. 2005. An ecosystems in transition: Causes and consequences of the conversion of mesic grassland to shrubland. *Bioscience* 55:243–254.
- Brito, A.F., G.F. Tremblay, A. Bertrand, Y. Castonguay, G. Belanger, R. Michaud, H. Lapierre, C. Benchaar, H.V. Petit, D.R. Ouellet, and R. Berthiaume. 2008. Alfalfa cut at sundown and harvested as baleage improves milk yield of late-lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:3968–3982.
- Bond, W.J., and G.F. Midgley. 2000. A proposed CO₂-controlled mechanism of woody plant invasion in grasslands and savannas. *Glob. Change Biol.* 6:865–869.
- Bowler, J.M., and M.C. Press. 1996. Effects of elevated CO₂, nitrogen form and concentration on growth and photosynthesis of a fast- and slow growing grass. *New Phytol.* 132:391–401.
- Campbell, B.D., D.M. Stafford Smith, and G.M. McKeon. 1997. Elevated CO₂ and water supply interactions in grasslands: A pastures and rangelands management perspective. *Glob. Change Biol.* 3:177–187.
- Christensen JH, Hewitson B, Busuioc A et al. (2007) Regional climate projections. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- Craine JM, Lee WG, Bond WJ, Williams RJ, Johnson LC (2005) Environmental constraints on a global relationship among leaf and root traits. *Ecology*, 86, 12–19.
- Cleland, E.E., N.R. Chiariello, S.P. Loarie, H.A. Mooney, and C.B. Field. 2006. Diverse responses of phenology to global changes in a grassland ecosystem. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103:13740–13744.
- Conde, C., 2011. México y el cambio climático global. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 28 p.

- Cotrufo, M.F., P. Ineson, and A. Scott. 1998. Elevated CO₂ reduces the nitrogen concentration of plant tissues. *Glob. Change Biol.* 4:43–54.
- Dijkstra, F.A., S.E. Hobbie, and P. Reich. 2006. Soil processes affected by sixteen grassland species grown under different environmental conditions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:770–777.
- Drake, B.G., M.A. Gonzalez-Meler, and S.P. Long. 1997. More efficient plants: A consequence of rising atmospheric CO₂? *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 48:609–639.
- Dukes, J.S., N.R. Chiariello, E.E. Cleland, L.A. Moore, M.R. Shaw, S. Thayer, T. Tobeck, H.A. Mooney, and C.B. Field. 2005. Responses of grassland production to single and multiple global environmental changes. *PLoS Biol.* 3:1829–1837.
- Epstein, H.E., I.C. Burke, and W.K. Lauenroth. 2002a. Regional patterns of decomposition and primary production rates in the U.S. Great Plains. *Ecology* 83:320–327.
- Epstein, H.E., R.A. Gill, J.M. Paruelo, W.K. Lauenroth, G.J. Jia, and I.C. Burke. 2002b. The relative abundance of three plant functional types in temperature grasslands and shrublands of North and South America: Effects of projected climate change. *J. Biogeogr.* 29:875–888.
- Fajer, E.D., M.D. Bowers, and F.A. Bazzaz. 1991. Performance and allocation patterns of the perennial herb, *Plantago lanceolata*, in response to simulated herbivory and elevated CO₂ environments. *Oecologia* 87:37–42.
- Fay, P.A., J.D. Carlisle, A.K. Knapp, J.M. Blair, and S.L. Collins. 2003. Productivity responses to altered rainfall patterns in a C₄-dominated grassland. *Oecologia* 137:245–251.
- Field, C.B., C.P. Lund, N.R. Chiariello, and B.E. Mortimer. 1997. CO₂ effects on the water budget of grassland microcosm communities. *Glob. Change Biol.* 3:197–206.
- Fierro L.C. 2001. Análisis de la condición de los pastizales del Desierto Chihuahuense en México. Consultoría para Pronatura Noreste.
- Fordham, M., J.D. Barnes, I. Bettarini, A. Polle, N. Slee, C. Raines, F. Miglietta, and A. Raschi. 1997. The impact of elevated CO₂ on growth and photosynthesis in *Agrostis canina* L. ssp. *monteluccii* adapted to contrasting atmospheric CO₂ concentrations. *Oecologia* 110:169–178.
- Gielen, B., H.J. De Boeck, C.M.H.M. Lemmens, R. Valcke, I. Nijs, and R. Ceulemans. 2005. Grassland species will not necessarily benefit from future elevated air temperatures: A chlorophyll fluorescence approach to study autumn physiology. *Physiol. Plant.* 125:52–63.

- Gill, R.A., L.J. Anderson, H.W. Polley, H.B. Johnson, and R.B. Jackson. 2006. Potential nitrogen constraints on soil carbon sequestration under low and elevated atmospheric CO₂. *Ecology* 87:41–52.
- Greer, D.H., W.A. Laing, and B.D. Campbell. 1995. Photosynthetic responses of thirteen pasture species to elevated CO₂ and temperature. *Aust. J. Plant Physiol.* 22:713–722.
- Harmens, H., P.D. Williams, S.L. Peters, M.T. Banbrick, A. Hopkins, and T.W. Ashenden. 2004. Impacts of elevated atmospheric CO₂ and temperature on plant community structure of a temperate grassland as modulated by cutting frequency. *Grass Forage Sci.* 59:144–156.
- Hatfield, J.L., K.J. Boote, P. Fay, L. Hahn, C. Izaurralde, B.A. Kimball, T. Mader, J. Morgan, D. Ort, W. Polley, A. Thomson, and D. Wolfe. 2008. Agriculture. *In* The effects of climate change on agriculture, land resources, water resources, and biodiversity in the United States. U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Res., Washington, DC.
- Hatfield, J.L., K.J. Boote, B.A. Kimball, L. Ziska, R.C. Izaurralde, D. Ort, A.M. Thomson, and D.A. Wolfe. 2011. Climate impacts on agriculture: Implications for crop production. *Agron.*
- Heitschmidt, R.K., and M.R. Haferkamp. 2003. Ecological consequences of drought and grazing on grasslands of the northern Great Plains. p. 107– 126. *In* J.F. Weltzin and G.R. McPherson (ed.) Changing precipitation regimes and terrestrial ecosystems. Univ. of Arizona Press, Tucson.
- Henry, H.A.L., J.D. Juarez, C.B. Field, and P.M. Vitousek. 2005. Interactive effects of elevated CO₂, N deposition and climate change on extracellular enzyme activity and soil density fractionation in a California annual grassland. *Glob. Change Biol.* 11:1808–1815.
- Hungate, B.A., F.S. Chapin, III, H. Zhong, E.A. Holland, and C.B. Field. 1997. Stimulation of grassland nitrogen cycling under carbon dioxide enrichment. *Oecologia* 109:149–153.
- Hungate, B.A., C.H. Jaeger, III, G. Gamara, F.S. Chapin, III, and C.B. Field. 2000. Soil microbiota in two annual grasslands: Responses to elevated atmospheric CO₂. *Oecologia* 124:589–598.
- Huxman, T.E., and S.D. Smith. 2001. Photosynthesis in an invasive grass and native forb at elevated CO₂ during an El Niño year in the Mojave Desert. *Oecologia* 128:193–201.
- IPCC. 2007. Summary for policymakers. *In* S. Solomon et al. (ed.) Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press, New York.

- Izaurrealde, R.C., N.J. Rosenberg, R.A. Brown, and A.M. Thomson. 2003. Integrated assessment of Hadley Centre climate change projections on water resources and agricultural productivity in the conterminous United States. II. Regional agricultural productivity in 2030 and 2095. *Agric. For. Meteorol.* 117:97–122.
- Jablonski, L.M., X.Z. Wang, and P.S. Curtis. 2002. Plant reproduction under elevated CO₂ conditions: A meta-analysis of reports on 79 crop and wild species. *New Phytol.* 156:9–26.
- Kimball, B.A. 1983. Carbon dioxide and agricultural yield. An assemblage of 430 prior observations. *Agron. J.* 75:779–788.
- Kimball, B.A., K. Kobayashi, and M. Bindi. 2002. Responses of agricultural crops to free-air CO₂ enrichment. *Adv. Agron.* 77:293–368.
- King, J.Y., A.R. Mosier, J.A. Morgan, D.R. LeCain, D.G. Milchunas, and W.J. Parton. 2004. Plant nitrogen dynamics in shortgrass steppe under elevated atmospheric carbon dioxide. *Ecosystems* 7:147–160.
- Knapp, A.K., J.M. Briggs, and J.K. Koelliker. 2001. Frequency and extent of water limitation to primary production in a mesic temperate grassland. *Ecosystems* 4:19–28.
- Knapp, A.K., P.A. Fay, J.M. Blair, S.L. Collins, M.D. Smith, J.D. Carlisle, C.W. Harper, B.T. Danner, M.S. Lett, and J.K. McCarron. 2002. Rainfall variability, carbon cycling, and plant species diversity in a mesic grassland. *Science (Washington, DC)* 298:2202–2205.
- Long, S.P., E.A. Ainsworth, A.D.B. Leakey, J. Nösberger, and D.R. Ort. 2006. Food for thought: Lower-than-expected crop yield stimulation with rising CO₂ concentrations. *Science (Washington, DC)* 312:1918–1921.
- Luo, Y., D. Hui, and D. Zhang. 2006. Elevated CO₂ stimulate net accumulations of carbon and nitrogen in land ecosystems: A meta-analysis. *Ecology* 87:53–63.
- Luo, Y., B. Su, W.S. Currie, J.S. Dukes, A. Finzi, U. Hartwig, B. Hungate, R.E. McMurtrie, R. Oren, W.J. Parton, D.E. Pataki, M.R. Shaw, D.R. Zak, and C.B. Field. 2004. Progressive nitrogen limitation of ecosystem responses to rising atmospheric carbon dioxide. *Bioscience* 54:731–739.
- Milchunas, D.G., A.R. Mosier, J.A. Morgan, D.R. LeCain, J.Y. King, and J.A. Nelson. 2005. Elevated CO₂ and defoliation effects on a shortgrass steppe: Forage quality versus quantity for ruminants. *Agric. Ecosyst. Environ.* 111:166–184.
- Morgan, J.A. 2002. Looking beneath the surface. *Science (Washington, DC)* 298:1903–1904.

- Morgan, J.A. 2005. Rising atmospheric CO₂ and global climate change: Management implications for grazing lands. p. 245–272. In S.G. Reynolds and J. Frame (ed.) Grasslands: Developments opportunities perspectives. Science Publ., Enfield, NH.
- Morgan, J.A., D.G. Milchunas, E.D.R. LeCain, M.S. West, and A.R. Mosier. 2007. Carbon dioxide enrichment alters plant community structure and accelerates shrub growth in the shortgrass steppe. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104:14724–14729.
- Morgan, J.A., A.R. Mosier, D.G. Milchunas, D.R. LeCain, J.A. Nelson, and W.J. Parton. 2004a. CO₂ enhances productivity, alters species composition, and reduces digestibility of shortgrass steppe vegetation. *Ecol. Appl.* 14:208–219.
- Morgan, J.A., D.E. Pataki, C. Körner, H. Clark, S.J. Del Grosso, J.M. Grünzweig, A.J. Knapp, A.R. Mosier, P.C.D. Newton, P.A. Niklaus, J.B. Nippert, R.S. Nowak, W.J. Parton, H.W. Polley, and M.R. Shaw. 2004b. Water relations in grassland and desert ecosystems exposed to elevated atmospheric CO₂. *Oecologia* 140:11–25.
- Murphy, K.L., I.C. Burke, M.A. Vinton, W.K. Lauenroth, M.R. Aguiar, D.A. Wedin, R.A. Virginia, and P.N. Lowe. 2002. Regional analysis of litter quality in the central grassland region of North America. *J. Veg. Sci.* 13:395–402.
- Neilson, R.P. 1986. High-resolution climatic analysis and southwest biogeography. *Science (Washington, DC)* 232:27–34.
- Newman, J.A., M.L. Abner, R.G. Dado, D.J. Gibson, A. Brookings, and A.J. Parsons. 2003. Effects of elevated CO₂, nitrogen and fungal endophyte infection on tall fescue: Growth, photosynthesis, chemical composition and digestibility. *Glob. Change Biol.* 9:425–437.
- Newton, P.C.D., V. Allard, R.A. Carran, and M. Lieffring. 2006. Impacts of elevated CO₂ on a grassland grazed by sheep: The New Zealand FACE experiment. p. 157–171. In J. Nösberger et al. (ed.) *Managed ecosystems and CO₂: Case studies, processes, and perspectives.* Springer-Verlag, Berlin.
- Newton, P.C.D., H. Clark, C.C. Bell, and E.M. Glasgow. 1996. Interaction of soil moisture and CO₂ on the above-ground growth rate, root length density, and gas exchange of turves from temperature pastures. *J. Exp. Bot.* 47:771–779.
- Newman, Y.C., L.E. Sollenberger, K.J. Boote, L.H. Allen, Jr., and R.C. Littell. 2001. Carbon dioxide and temperature effects on forage dry matter production. *Crop Sci.* 41:399–406.
- Niklaus, P.A., J. Alpehi, D. Ebersberger, C. Kampichlers, E. Kandeler, and D. Tscherko. 2003. Six years of in situ CO₂ enrichment evoke changes in soil structure and soil biota of nutrient-poor grassland. *Glob. Change Biol.* 9:585–600.
- Norby, R.J., M.F. Cortufo, P. Ineson, E.G.O. Neill, and J.G. Canadell. 2001. Elevated CO₂, litter chemistry, and decomposition: A synthesis. *Oecologia* 127:153–165.

- Owensby, C.E., R.C. Cochran, and L.M. Auen. 1996. Effects of elevated carbon dioxide on forage quality for ruminants. p. 363–371. In Ch. Körner and F.A. Bazzaz (ed.) Carbon dioxide, populations and communities. Academic Press, San Diego, CA.
- Owensby, C.E., P.I. Coyne, and L.M. Auen. 1993. Nitrogen and phosphorus dynamics of a tallgrass prairie ecosystem exposed to elevated carbon dioxide. *Plant Cell Environ.* 16:843–850.
- Owensby, C.E., J.M. Ham, A.K. Knapp, and L.M. Auen. 1999. Biomass production and species composition change in a tallgrass prairie ecosystem after long-term exposure to elevated atmospheric CO₂. *Glob. Change Biol.* 5:497–506.
- Parton, W., W.L. Silver, I.C. Burke, L. Grassens, M.E. Harmon, W.S. Currie, J.Y. King, E.C. Adair, L.A. Brandt, S.C. Hart, and B. Fasth. 2007a. Global-scale similarities in nitrogen release patterns during long-term decomposition. *Science* (Washington, DC) 315:361–364.
- Parton, W.J., J.A. Morgan, G. Wang, and S.J. Del Grosso. 2007b. Projected ecosystem impact of the prairie heating and CO₂ enrichment experiment. *New Phytol.* 174:823–834.
- Peñuelas, J., and M. Estiarte. 1997. Trends in plant carbon concentration and plant demand for N throughout this century. *Oecologia* 109:69–73.
- Peñuelas, J., and M. Estiarte. 1998. Can elevated CO₂ affect secondary metabolism and ecosystem function? *Trends Ecol. Evol.* 13:20–24.
- Pepper, D.A., S.J. Del Grosso, R.E. McMurtrie, and W.J. Parton. 2005. Simulated carbon sink response of shortgrass steppe, tallgrass prairie and forest ecosystems to rising [CO₂], temperature and nitrogen input. *Global Biogeochem. Cycles* 19:
- Peters, D.P.C., B.T. Bestelmeyer, J.E. Herrick, E.L. Fredrickson, H.C. Monger, and K.M. Havstad. 2006. Disentangling complex landscapes: New insights into arid and semiarid system dynamics. *Bioscience* 56:491–501.
- Polley, H.W. 1997. Implications of rising atmospheric carbon dioxide for rangelands. *J. Range Manage.* 50:561–577.
- Polley HW, Briske DD, Morgan JA, Wolter K, Bailey DW, Brown JR. 2013. Climate change and North American rangelands: trends, projections, and implications. *Rangeland Ecology and Management* 66, 493–511.
- Polley, H.W., H.B. Johnson, and J.D. Derner. 2003. Increasing CO₂ from sub-ambient to super-ambient concentrations alters species composition and increases above-ground biomass in a C₃/C₄ grassland. *New Phytol.* 160:319–327.

- Polley, H.W., J.A. Morgan, B.D. Campbell, and M. Stafford Smith. 2000. Crop ecosystem responses to climatic change: Rangelands. p. 293–314. In K.R. Reddy and H.F. Hodges (ed.) *Climate change and global crop productivity*. CABI, Wallingford, Oxon, UK.
- Rae, A.M., R. Ferris, M.J. Tallis, and G. Taylor. 2006. Elucidating genomic regions determining enhanced leaf growth and delayed senescence in elevated CO₂. *Plant Cell Environ.* 29:1730–1741.
- Read, J.J., J.A. Morgan, N.J. Chatterton, and P.A. Harrison. 1997. Gas exchange and carbohydrate and nitrogen concentrations in leaves of *Paspopyrum smithii* (C3) and *Bouteloua gracilis* (C4) at different carbon dioxide concentrations and temperatures. *Ann. Bot. (London)* 79:197–206.
- Reich, P.B., S.E. Hobbie, T. Lee, D.S. Ellsworth, J.B. West, D. Tilman, J.M.H. Knops, S. Naeem, and J. Trost. 2006a. Nitrogen limitation constrains sustainability of ecosystem response to CO₂. *Nature (London)* 440:922–924.
- Reich, P.B., B.A. Hungate, and Y. Luo. 2006b. Carbon-nitrogen interactions in terrestrial ecosystems in response to rising atmospheric carbon dioxide. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 37:611–636.
- Sherry, R.A., X. Zhou, S. Gu, J.A. Arnone, III, D.S. Schimel, P.S. Verburg, L.L. Wallace, and Y. Luo. 2007. Divergence of reproductive phenology under climate warming. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104:198–202.
- Smith, S.D., T.E. Huxman, S.F. Zitzer, T.N. Charlet, D.C. Housman, J.S. Coleman, L.K. Fenstermaker, J.R. Seemann, and R.S. Nowak. 2000. Elevated CO₂ increases productivity and invasive species success in an arid ecosystem. *Nature (London)* 408:79–82.
- Sonnemann, I., and V. Wolters. 2005. The microfood web of grassland soils respond to a moderate increase in atmospheric CO₂. *Glob. Change Biol.* 11:1148–1155.
- Suter, D., J. Nösberger, and A. Lüscher. 2001. Response of perennial ryegrass to free-air CO₂ enrichment (FACE) is related to the dynamics of sward structure during regrowth. *Crop Sci.* 41:810–817.
- Svejcar, T.J., J. Bates, R.F. Angell, and R. Miller. 2003. The influence of precipitation timing on the sagebrush steppe ecosystem. p. 90–106. In J.F. Weltzin and G.R. McPherson (ed.) *Changing precipitation regimes and terrestrial ecosystems*. Univ. of Arizona Press, Tucson.
- Thomson, A.M., R.A. Brown, N.J. Rosenberg, R.C. Izaurralde, and V.W. Benson. 2005. Climate change impacts for the conterminous USA: An integrated assessment Part 3. Dryland production of grain and forage crops. *Clim. Change* 69:43–65.

- Thornley, J.H.M., and M.G.R. Cannell. 1997. Temperate grassland responses to climate change: An analysis using the Hurley Pasture Model. *Ann. Bot. (London)* 80:205–221.
- Thornley, J.H.M., and M.G.R. Cannell. 2000. Dynamics of mineral N availability in grassland ecosystems under increased [CO₂]: Hypotheses evaluated using the Hurley Pasture model. *Plant Soil* 224:153–170.
- Tubiello, F.N., J.F. Soussana, and S.M. Howden. 2007. Crop and pasture response to climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104:19686–19690.
- Ulyatt, M.J., P.R. Fennessy, P.V. Rattray, and K.R. Jagush. 1980. The nutritive value of supplements. p. 157–184. In K.R. Drew and P.F. Fennessy (ed.) *Supplementary feeding*. New Zealand Soc. of Animal Production, Mosgiel, NZ.
- Van Groenigen, K.-J., J. Six, B.A. Hungate, M.-A. Graaff, N. Van Breemen, and C. van Kessel. 2006. Element interactions limit soil carbon storage. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103:6571–6574.
- Wan, S., D. Hui, L. Wallace, and Y. Luo. 2005. Direct and indirect effects of experimental warming on ecosystem carbon processes in a tallgrass prairie. *Global Biogeochem. Cycles* 19:2014 10.1029/2004GB002315.
- Wang, G. 2005. Agricultural drought in a future climate: Results from 15 global climate models participating in the IPCC 4th assessment. *Clim. Dyn.* 25:739–753.
- Weatherly, H.E., S.F. Zitzer, J.S. Coleman, and J.A. Arnone, III. 2003. In situ litter decomposition and litter quality in a Mojave Desert ecosystem: Effects of elevated atmospheric CO₂ and interannual climate variability. *Glob. Change Biol.* 9:1223–123
- Weltzin, J.F., and G.R. McPherson. 2003. Response of southwestern oak savannas to potential future precipitation regimes. p. 127–146. In J.F. Weltzin and G.R. McPherson (ed.) *Changing precipitation regimes and terrestrial ecosystems*. Univ. of Arizona Press, Tucson.
- Williams, J.R., C.A. Jones, J.R. Kiniry, and D.A. Spanel. 1989. The EPIC crop growth-model. *Trans. ASAE* 32:497–511.
- Wilsey, B.J. 1996. Urea additions and defoliation affect plant responses to elevated CO₂ in a C₃ grass from Yellowstone National Park. *Oecologia* 108:321–327.
- Wilsey, B.J. 2001. Effects of elevated CO₂ on the response of *Phleum pratense* and *Poa pratensis* to aboveground defoliation and root-feeding nematodes. *Int. J. Plant Sci.* 162:1275–1282.
- Young, J.A. 1991. Cheatgrass. p. 408–418. In L.F. James et al. (ed.) *Noxious range weeds*. Westview, Boulder, CO.

Zavaleta, E.S., B.D. Thomas, N.R. Chiariello, G.P. Asner, M.R. Shaw, and C.B. Field. 2003. Plants reverse warming effect on ecosystem water balance. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100:9892–9893.

Ziska, L.H., J.B. Reeves, and B. Blank. 2005. The impact of recent increases in atmospheric CO₂ on biomass production and vegetative retention of Cheatgrass (*Bromus tectorum*): Implications for fire disturbance. *Glob. Change Biol.* 11:1325–1332.

ESPECIES FORRAJERAS (PRADERAS Y FORRAJES DE CORTE)

001 IMPORTANCIA DE UN ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) EN LA PRESA “LA BOQUILLA” CHIHUAHUA, MÉXICO

IMPORTANCE OF WATER QUALITY INDEX (WQI) IN THE DAM “LA BOQUILLA” IN CHIHUAHUA, MEXICO

Quintana Martinez R.M.¹, Espinoza, Prieto J.R.¹, Ortiz Delgado R.C.², Rubio Arias H. ¹. Soto Cruz R.A.¹

¹ Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Perif.Fco.R. Almada km.1 Chihuahua, Chih. Mex.

² Estudiante de la Maestría de Producción Animal en la Facultad de Zootecnia y Ecología
Email: rquintan@uach.mx (1)

RESUMEN

El Índice de Calidad de Agua (ICA) se ha convertido en una herramienta utilizada a nivel mundial para estimar de forma efectiva y práctica la calidad de los cuerpos de agua. Su cálculo se basa en diferentes parámetros, los cuales, son seleccionados de acuerdo al uso para el que se va a destinar el agua de los reservorios. El objetivo de esta investigación fue determinar un ICA general para el agua de la presa “La Boquilla” en el municipio de San Francisco de Conchos en Chihuahua, México. La presa “La Boquilla” es el reservorio de mayor tamaño en el estado, del cual depende el Distrito de Riego 005. Para el cálculo del ICA y la caracterización de los ocho parámetros utilizados, se realizó un muestreo sistemático en seis puntos de muestreo. Las muestras de agua se colectaron una vez por mes en un periodo de 12 meses y se consideraron cuatro profundidades; 0.30 m, 5.0 m, 10.0 m y 15.0 m. Los parámetros cuantificados fueron el pH, OD, CE, SDT, Tem, Cloruros, Dureza y Turbidez. El ICA fue calculado mediante tres etapas. En la primera se asignó un valor en un rango de 1-4 a cada variable considerando su importancia en la calidad de agua. En la segunda etapa se estableció un valor a cada parámetro evaluado para determinar su nivel de importancia. Por ejemplo, el pH aceptable se consideró en un rango de 7.0-8.5 y cualquier valor fuera de este rango sería sopesado como inadecuado. La etapa tres consistió en aplicar una fórmula universal para el cálculo del ICA. Se concluyó que el resultado del Índice de Calidad de Agua de la presa “La Boquilla” es bueno así que se considera adecuada para los fines agropecuarios, riego y pesca, y que el resultado del estudio se ve afectado por eventos naturales como es la precipitación y la temperatura ambiental a lo largo del año.

Palabras claves: Calidad agua, Presa Boquilla

ABSTRACT

Using Water Quality Index (WQI) has become a practical tool to effectively assess the quality and practice of water bodies. The WQI is based on different parameters which are selected according to the use for which it is to allocate water reservoirs. This research aimed to perform the calculation of a Water Quality Index (WQI) general and behavioral characterization of eight parameters at four different depths for reservoir “La Boquilla” in the town of San Francisco de Conchos in Chihuahua, Mexico. The dam is located in the Conchos River watershed and is the largest reservoir in the State of Chihuahua, on which

depends the irrigation district 005. For the calculation of the ICA and the parameters characterizing systematic sampling was performed at six sampling points. Sampling on the body of water was performed once a month over a period of 12 months and collecting water samples at various depths (0.30 m, 5.0 m, 10.0 m and 15.0 m). The ICA was determined by an assessment of the factors determining a desirable range for each these parameters were selected within the regulations for irrigation and livestock use.

Keywords: Water quality, Presa Boquilla

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso vital e insustituible que permite y potencializa la vida en la tierra. Su contaminación en los cuerpos continentales es un grave problema que reduce y encarece el suministro de agua potable en la población. En relación al recurso hídrico, México ejerce una presión de consideración moderada con 17.4% en comparación con el resto del mundo. Sin embargo, dentro del país en las zonas norte y noroeste aumenta de forma alarmante ya que se registra de un 40% a un 130%, lo cual es considerado como grado de presión muy fuerte sobre el recurso (CONAGUA, 2009).

Un Índice de Calidad de Agua (ICA) general es una herramienta que permite diagnosticar la calidad de este recurso natural. Este tipo de herramienta fue desarrollado por primera vez por la Fundación de Sanidad Nacional (NSF-National Science Foundation) (Brown, 1970). La clasificación de un ICA según Brown (1970) evalúa la calidad del agua de acuerdo al valor obtenido y los resultados varían considerándose de 0-25 como pésima, de 26-50 mala, 51-70 regular, 71-90 buena y 91-100 como excelente.

A pesar de la importancia de de la presa “La Boquilla”, son pocos los estudios que se han desarrollado en este embalse, por lo cual, no se cuenta con una base de información adecuada para conocer las condiciones en las que se encuentra la calidad de este ecosistema. El objetivo general fue desarrollar un Índice de Calidad de Agua (ICA) general para la presa “La Boquilla”. El objetivo particular fue caracterizar el comportamiento de cada elemento a cuatro profundidades durante un periodo de 12 meses. Los resultados que se obtengan servirán para la toma de decisiones con respecto a la utilización actual que se le da al recurso hídrico de este embalse y la utilización que esta pudiese tener en caso de presentar una calidad de agua buena o excelente.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la presa “La Boquilla” también conocida como Lago Toronto, la más grande e importante del estado (2,894 hm³)(CONAGUA, 2009), localizada en el municipio de San Francisco de Conchos en el estado de Chihuahua, en el norte de México (Figura 1); siendo utilizada principalmente para uso de riego y pecuario (INEGI, 2003).

El muestreo de agua se realizó cada mes durante 12 meses, en el periodo comprendido entre marzo de 2011 a febrero de 2012. Se utilizó un muestreo sistemático en el cual se establecieron 12 cuadrantes de un kilómetro de largo por un kilómetro de ancho. Cada cuadrante en que se tomaron las muestras quedó separado al menos por un kilómetro aproximadamente de otro. En cada punto de muestreo se obtuvieron cuatro muestras (NMX-AA-014-1980) como resultado de cuatro diferentes profundidades: 0.30 m, 5.0 m, 10.0 m y 15.0 m, obteniendo un total de 24 muestras cada mes y de 288 muestras a lo largo del año. Se midió en *in situ* las variables de: pH, Temperatura (Tem), Conductividad

Eléctrica (CE), Sólidos Disueltos Totales (SDT), Turbidez y Oxígeno Disuelto (OD). En el laboratorio se realizaron los análisis de Dureza, Cloruros y Metales. La normatividad aplicada para cada valoración fue NMX-AA-072-SCFI-2001, NMX-AA-073-SCFI-2001, NMX-AA-051-SCFI-200, respectivamente.

Para el desarrollo del ICA, en un primer paso se le asignó a cada parámetro un peso específico (W_i), de acuerdo a su importancia en la calidad del agua, luego se determinaron los rangos deseables (P_i) para cada uno de los parámetros que intervinieron en el estudio. Después de haber obtenido los valores de P_i y de W_i para cada variable se realizó la cuantificación del ICA y para tal fin se utilizó la fórmula:

$$WQI = \sum \frac{W_i P_i}{P_i} (C)$$

Dónde:

W_i = Es el peso específico asignado de acuerdo con la importancia del parámetro.

P_i = Es el valor de uno o dos que obtiene cada parámetro dependiendo de si se encontró dentro o fuera del rango deseable.

C = Es la constante que se asignó de acuerdo a las condiciones que presentó el cuerpo de agua cada mes de muestreo (0.5-julio, agosto y 0.75-septiembre y 1.0-marzo, abril, mayo, junio, octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero) (SNET, 2012). Para obtener el rango de los valores del ICA, se calcularon los resultados aplicando la fórmula descrita; es decir todo con un valor de P_i de uno, y de igual forma un valor de la constante de uno, lo cual arrojó un resultado máximo de 3.3 que fue considerado como un resultado excelente y con el fin de obtener el valor menor se realizó de nuevo la operación calculándose con los valores más bajos que se podrían presentar lo cual arrojó un valor mínimo de 1.3 que se consideró como un resultado de mala calidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cálculo del ICA para cada profundidad de muestreo (0.30 m, 5.0 m, 10.0 m y 15.0 m) no se observaron diferencias, por lo cual solamente se incluyeron los realizados en la profundidad superficial 0.30 m y la máxima profundidad de 15.0 m.

Para la profundidad de 0.30 m el agua de la presa "La Boquilla" presentó una media de ICA de 2.7 para los doce meses. Fueron los meses de mayo y junio en donde se presentó la mejor calidad de agua con un ICA general de 3.22 y 3.23 con una calidad de agua excelente. En la Figura 1 se observa la disminución en la calidad del agua durante los meses de Julio y agosto en donde la presencia de precipitaciones, el arrastre y todo lo que conlleva este tipo de fenómenos afecta de forma muy marcada la calidad del agua la cual descendió hasta 1.65 y 1.58. Los meses siguientes de septiembre y octubre presentaron una calidad de agua regular con valores de 2.41 y 2.44. Además, se debe de puntualizar que en estos meses son abiertas las compuertas de la presa para surtir el agua de riego a los productores del distrito de riego 005 (CONAGUA, 2009).

Los meses restantes de noviembre, diciembre, enero y febrero, la calidad del agua recuperó el rango de excelente con valores de 3.0 a 3.2 de ICA.

Para la profundidad máxima de 15 m, los valores del ICA se comportaron de manera muy similar a los reportados en la profundidad superficial (0.30 m). Si bien existen algunas diferencias en cuanto a los resultados entre estas dos profundidades, estas son mínimas y el comportamiento de la calidad del agua es el mismo, manteniéndose en un valor de ICA de 2.45 con calidad de regular a buena.

Los valores obtenidos para la profundidad de 15.0 m presentan de igual forma que el ICA calculado para la profundidad superficial, un deterioro en los valores en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre que presentan calidad de mala a regular, pero la calidad del aguas se recupera en los meses finales del estudio como se puede apreciar en la Figura 2.

Existe una diferencia marcada en cuanto a la calidad del agua en la cuenca del Río Conchos, estos resultados nos indican que en general la presa “La Boquilla” situada en la parte alta de la cuenca cuenta con una calidad de agua buena, ya que se ha reportado en estudios anteriores una mala calidad de agua y problemas fuertes de contaminación en cuerpos de agua que se localizan en la parte baja de la cuenca (Rubio-Arias *et al.*, 2004; Gutiérrez *et al.*, 2008; Contreras 2012)

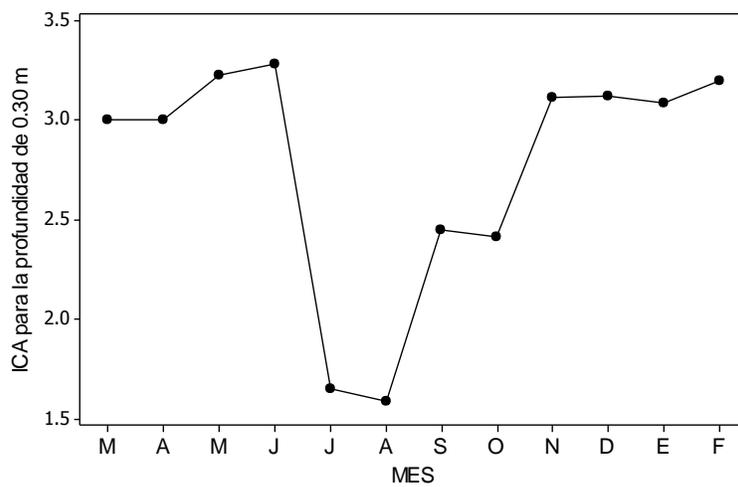


Figura 1. Resultados del Índice de Calidad de Agua (ICA) por mes, para la profundidad de 0.30 m, durante marzo de 2011 a febrero de 2012 en la presa “La Boquilla” en Chihuahua, México.

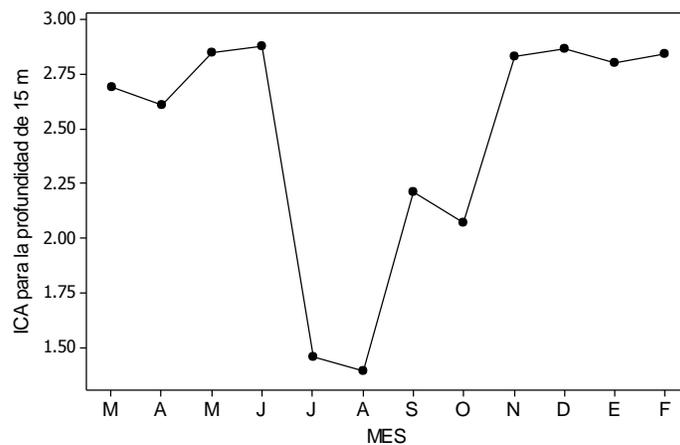


Figura 2. Resultados del Índice de Calidad de Agua (ICA) por mes, para la profundidad de 15.0 m, durante marzo de 2011 a febrero de 2012 en la presa “La Boquilla” en Chihuahua, México.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

En base a este estudio se concluye que la calidad del agua de la presa “La Boquilla” se mantiene en buen estado en lo general y que este varía de acuerdo a las diferentes condiciones ambientales (precipitación y temperatura) que se presentan a lo largo de los meses.

BIBLIOGRAFÍA

- Brown, R., 1970. A Water Quality Index-Do We Dare? Water Sewage Works. 11:339-343.
- Chau, K.W., 2006. A Review on Integration of Artificial Intelligence into Water Quality Modeling. Mar. Pollut. Bull. 52, 726–733.
- CONABIO, 2009. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Lista de las Regiones Hidrológicas Prioritarias. En: <http://www.conabio.gob.mx>. Consultado Mayo 20, 2012.
- CONAGUA 2009. Comisión Nacional del Agua. Capacidad de Almacenamiento y Uso de las Principales Presas de México. Disponible en <http://www.conagua.gob.mx/atlas/atlas.html?seccion=2&mapa=5> consultado en Jul. 24, 2012.
- Contreras 2012. Niveles de Contaminación en el Agua de la Presa Luis L. León (El Granero) en Chihuahua, México. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México.
- Rubio-Arias, H., C. Quintana, J. Jiménez-Castro, R. Quintana, y M. Gutiérrez. 2010. Contamination of the Conchos River in México; Does it Pose a Health Risk to Local Residents. Inter. J. Environ. Res. And Public Health. 7:2071- 2084.

002 PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA DEL AGUA DE RIEGO EN CULTIVOS FORRAJEROS DEL DISTRITO DE RIEGO 017, COMARCA LAGUNERA, MÉXICO

PRODUCTIVITY AND EFFICIENCY OF IRRIGATION WATER IN FORAGES CROPS FROM IRRIGATION DISTRICT 017, COMARCA LAGUNERA, MÉXICO

José Luis Ríos Flores^{1*}, José Ruiz Torres¹, Miriam Torres Moreno², Jesús Enrique Cantú Brito³

¹Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 35230.
E-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor para correspondencia)

²SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo, Dgo., México.

³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sanchez S/N, Valle Verde, Torreón, Coahuila de Zaragoza.

RESUMEN

Se desarrollaron modelos matemáticos que permitieron evaluar la eficiencia y la productividad del agua subterránea irrigada en los cultivos forrajeros del Distrito de Riego 017, Comarca Lagunera, México. Los resultados muestran que se establecieron 72,820 ha de forrajes, representando 45% de la superficie total agrícola, empleando 94.7% del agua subterránea extraída ($1,038.1\text{Mm}^3 \text{ año}^{-1}$), generó 33% del Valor Bruto de la Producción Agrícola (PIBA), al generar \$1,786.4 Millones de pesos. Los indicadores, muestran que la productividad física fue en promedio 252 L kg^{-1} de MS.. La utilidad bruta fue de $\$0.56 \text{ m}^{-3}$ en promedio. La productividad horaria promedio fue 2.28 h t^{-1} . El indicador de eficiencia social mostró que promedio se generaron $0.048 \text{ empleos hm}^{-3}$ en promedio. Finalmente bajo las mismas condiciones de cultivo, así como de mercado la cantidad mínima que se requiere producir para tener una operación viable (punto de equilibrio) promedio fue de 39.02 t ha^{-1} en promedio forrajero. En conclusión, la producción de maíz y sorgo forrajero en la región resultó altamente eficiente y productiva en comparación a los demás cultivos forrajeros (alfalfa, rye grass y avena forraje) lo que se traduce en mayor sustentabilidad del agua.

Palabras clave: agua virtual, productividad, eficiencia, huella hídrica.

ABSTRACT

Mathematical models were calculated that allowed to evaluate the efficiency and productivity from groundwater irrigation in forage crops from Irrigation District 017, Comarca Lagunera, Mexico. The results show that were established 72, 820 ha of forage, representing 45% of the total agricultural area, using 94.7% of the ground water ($1038.1\text{Mm}^3 \text{ año}^{-1}$), generated 33% from the Gross Value of Agricultural Production to generating \$1, 786.4 million of pesos. Indicators show that the physical productivity averaged 252 L kg^{-1} of DM. Gross profit was $\$ 0.56 \text{ m}^{-3}$ on average. The average hourly productivity was 2.28 ht^{-1} . The social efficiency indicator showed that average $0.048 \text{ jobs hm}^{-3}$ were generated. Finally under the same culture conditions as well as market the minimum amount required to produce an average viable operation (break-even) was 39.02 t ha^{-1} forage average. In conclusion, the production of corn and forage sorghum in the region was highly efficient and productive compared to other forage crops (alfalfa, rye grass, oats and forage) resulting in greater water sustainability.

Key words: virtual water, productivity, efficiency and water footprint.

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera es una región conformada por municipios de los estados de Coahuila y Durango, con una población aproximada de 400,000 bovinos (Nuñez *et al.*, 2000; Salazar *et al.*, 2007). La industria lechera de esta región genera 10,000 empleos directos y mil seiscientos millones de litros de leche por año (SIAP, 2014). Este ganado demanda para su alimentación alrededor de 3,000,000 ton de forraje verde anualmente, siendo la alfalfa la principal fuente de alimentación. Sin embargo, la producción de alfalfa de esta región enfrenta serios problemas de manejo de recursos de agua y suelo. El principal problema es la escasez de agua derivada de la sobreexplotación de agua subterránea para el riego de este cultivo y otros forrajes (Vázquez *et al.*, 2010), debido a la gran demanda de agua, con una lámina que oscila entre 2.4 - 2.7 m. El concepto de la productividad del agua fue establecido en 2003, (Kijne, 2003) como una medida sólida para determinar la capacidad de los sistemas agrícolas de convertir el agua en alimento. En la práctica se utiliza como 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; lo que finalmente permitirá a los tomadores de decisiones hacer juicios acerca de qué alternativas existen para resolver los problemas técnicos, de productividad del agua, acerca de si una región es o no eficiente en la producción agrícola. Esto nos conduce a elevar la productividad y eficiencia agrícola, maximizando la productividad de cada gota de agua, así como una mejor captación y aprovechamiento de agua de lluvia que pueda contribuir en la reducción de la Huella Hídrica de un producto y la presión que esta ejerce sobre las cuencas (Hoekstra, 2008; Hoekstra *et al.*, 2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio. El Distrito de Riego 017, Comarca Lagunera, que comprende parte de los estados de Coahuila y Durango, se localiza en las coordenadas geográficas 24° 30' 27" LN y 102° 40' LO a una altura de 1200msnm. El clima es seco desértico con temperatura media de 21° y precipitación media de 220mm (De la Cruz, 2003).

Fuentes de Información.- Se utilizó información de la SAGARPA para el ciclo agrícola 2012, relativos a producción, rendimiento, superficie sembrada y cosechada de cada cultivo forrajero en riego. Para este estudio se define como agricultura de riego todas aquellas tierras que tienen acceso a fuentes de agua (normalmente subterránea) adicionales a la precipitación, denominada agua azul (Hoekstra, 2006). Las láminas de riego netas empleadas fueron las indicadas por el Campo Experimental del INIFAP en la Comarca Lagunera.

Índices de eficiencia y productividad. Los índices empleados para el análisis de la eficiencia física y productividad fueron los siguientes:

1. Litros (L) de agua empleados en el riego necesarios para producir 1Kg de forraje (Y_1)
2. Gramos de forraje producido por m^3 de agua usado en el riego (Y_2)
3. L de agua irrigados por cada \$1 de Ingreso bruto generado (Y_3)
4. Ingreso generado por m^3 de agua usado en el riego (Y_4).
5. Utilidad bruta generada por m^3 de agua usada en el riego (Y_5)

6. Litros de agua irrigados por cada \$1 de utilidad bruta generada (Y_6).
7. Utilidad bruta obtenida por productor/Precio de m^3 de agua que el productor pagó (Y_7).
8. Empleos generados por hectómetro (Y_8).
9. Horas de trabajo invertidas por tonelada (Y_9).
10. Ganancia producida por trabajador a nivel regional (Y_{10}).
11. Ganancia por hora invertida de trabajo (Y_{11}).
12. Punto de equilibrio (ton ha^{-1}) (Y_{12}).
13. Vulnerabilidad crediticia (Y_{13})

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índices de productividad física y económica.- El análisis de los conceptos que generan el Costo total ha^{-1} , tanto en términos relativos como en términos absolutos, indican la importancia relativa de cada concepto. Los resultados muestran que los conceptos asociados al riego en todos los cultivos forrajeros son mayores en términos cuantitativos al representar 25% del costo total, mientras que los costos asociados a la siembra y fertilización representó el 20% del costo total. El agua empleada para el riego de este cultivo ¿cuál cultivo? es extremadamente importante por ser el principal factor limitante en tanto determina la producción del cultivo ¿cuál cultivo?. Sin embargo aun cuando el costo del riego fue $\frac{1}{4}$ del costo total, el precio del agua es muy bajo ($\$0.36 m^{-3}$) en promedio, oscilando desde $\$0.42 m^{-3}$, en *rye grass* hasta $\$0.32 m^{-3}$ en avena. Los precios adecuados del agua son importantes para mejorar la demanda y la conservación del recurso (Takele y Kallenbach, 2001). Sin embargo los precios por m^3 no reflejan el valor real del agua, algunos agricultores estadounidenses pagan entre US\$ 0.01 a US\$ 0.05 m^{-3} empleado en el riego, mientras que el público en general paga US\$0.30 a US\$ 0.80 m^{-3} por el agua tratada de uso doméstico (Gleick, 2004). Los agricultores de Israel para producción de tomate pagan $\$0.57 m^{-3}$, mientras para producir maíz grano pagan US\$0.13 y US\$0.12 para trigo (Pimentel *et al.*, 2014), lo que evidencia que en el área de estudio el precio del m^3 es muy bajo comparado con otras regiones agrícolas del mundo.

El uso eficiente del agua es uno de los índices más ampliamente empleados en una gran variedad de cultivos en España (García *et al.*, 2013), sin embargo, en México existe escasa información al respecto. El indicador de eficiencia física fue $3.98 \text{ kg } m^{-3}$ en promedio, determinándose un índice mayor en sorgo forrajero con $5.51 \text{ kg } m^{-3}$, lo que muestra una mayor eficiencia del cultivo para convertir el agua en forraje. Estos valores se ubican por debajo de los determinados por Al-Karaki y Al Hashimi, 2012, quienes bajo condiciones controladas de hidroponía determinaron un índice de $585 \text{ kg } m^{-3}$ en sorgo y $521 \text{ kg } m^{-3}$ en alfalfa, mientras que en nuestra evaluación el índice en alfalfa fue $3.79 \text{ kg } m^{-3}$. En condiciones no controladas (Hashim *et al.*, 2012), determinaron un índice de $1.478 \text{ kg } m^{-3}$, para una asociación de cultivos forrajeros (alfalfa, pánico azul, zacate Rhodes, y zacate Sudan). El indicador Y_3 , muestra que en promedio se utilizaron $561 \text{ L } \$^{-1}$ de ingreso, oscilando de 340 L en maíz a $1,032 \text{ L}$ en avena. El índice de productividad económica en alfalfa fue $\$0.69 m^{-3}$ en el DR017 mientras que el mismo índice para el cultivo de alfalfa en el Valle de California fue de $\text{US}\$0.045 m^{-3}$ y $\text{US}\$0.036 m^{-3}$ en Arizona (Takele y Kallenbach, 2001). El índice de la Y_5 , refleja que el maíz forrajero generó más ingreso por m^3 al generar $\$0.94 m^{-3}$, con respecto a la alfalfa ($\$0.69 m^{-3}$) y sorgo forrajero ($\$0.58 m^{-3}$), mientras el avena y *rye grass* generaron utilidades negativas. En este

sentido, algunos trabajos del Mediterráneo para cultivos hortofrutícolas, cereales y oleaginosos, en los que se ha determinado en trigo que la utilidad bruta fue de € 0.23 m⁻³, mientras en girasol y maíz grano fue € 0.53 m⁻³ (Mekonnen *et al.*, 2010). Por otro lado, si tomamos en cuenta que el beneficio generado por metro cubico en promedio fue de \$0.56 m⁻³, esto implicaría que para generar \$1 de utilidad bruta sería necesario invertir un total de 1,801 L, mientras en alfalfa se requerirían de 1,454 L \$⁻¹. En avena y rye grass se observa que aun cuando se incrementa la cantidad de litros para producción, la rentabilidad del cultivo no favorece el ingreso generado, lo que implica un uso no sustentable del agua. El indicador de la variable Y₇, muestra la relación que existe entre el ingreso generado y \$ m⁻³, determinándose un promedio de \$1.52, lo que indica que de cada peso que el productor de forraje pagó por m³, se produjo ese peso y \$0.52 adicionales. Se determinó que el maíz forrajero fue el cultivo más eficiente en este sentido al tener un índice de \$2.82. La agricultura es el sector con más posibilidades, opciones de ajuste o de redistribución del agua hacia sectores que pudieran generar más riqueza (Vázquez *et al.*, 2010).

Indicadores de eficiencia social.- En cuanto a la cantidad de empleos generados por hectómetro de agua, el indicador promedio fue 0.048 (Y₈). Este indicador es bajo en relación a otros cultivos como las hortalizas y los frutales que requieren de una gran cantidad de mano de obra para actividades que no se realizan en otros cultivos forrajeros. De los cinco cultivos evaluados, el rye grass (0.076 empleos hm⁻³) y el sorgo forrajero (0.071 empleos hm⁻³), mostraron ser los más eficientes socialmente en relación a la alfalfa que generó 0.037 empleos hm⁻³. En España se han generado este tipo de indicadores. García *et al.*, (2013), determinaron índices entre 24 - 62 empleos hm⁻³ en hortalizas y frutales. La Y₉ indica que la productividad horaria fue 2.28 h t⁻¹, siendo la alfalfa la más eficiente (2.22 h t⁻¹), y avena la menos productiva (6.44 h t⁻¹). Se determinó que cada trabajador dedicado a producir forraje agregó en promedio al VBP \$114,157 año⁻¹. Se determinó que la ganancia por hora de trabajo invertida (Y₁₁), en promedio fue \$61.3 h⁻¹. La variable Y₁₂, muestra que la cantidad mínima que se requiere producir para tener una operación viable (punto de equilibrio) fue 43.89 t ha⁻¹ en alfalfa, y 56.53 t ha⁻¹ en rye grass como máximo y 31.64 t ha⁻¹ en maíz forrajero como mínimo. Tomando en consideración la producción obtenida, sólo el cultivo de avena forrajera y rye grass se ubicaron por debajo del punto de equilibrio con 21.3 t ha⁻¹ y 30.4 t ha⁻¹, lo que los ubica como ineficientes. La variable Y₁₃, indica el rendimiento físico en alfalfa fue (80.31 t ha⁻¹), alcanzando a cubrir 1.83 veces las 43.89 ton ha⁻¹ de su punto de equilibrio, lo que crediticiamente la hace menos vulnerable.

CONCLUSION

El agua es un recurso primordial en las zonas áridas y semiáridas de México, en tanto que su aporte limita la producción de la agricultura. Sin embargo, en este estudio se observó que el precio real del agua es muy bajo en relación a otras zonas agrícolas del mundo. La determinación de índices de productividad física y monetaria pueden ser empleados como indicadores de eco-eficiencia, rendimiento y presión sobre el medio ambiente. La eficiencia y productividad del agua en cultivos como el maíz y sorgo forrajero producido en el DR017, fueron altos tanto en términos productivos como socioeconómicos, en relación al cultivo de alfalfa, lo que los promueve como una opción de cultivos orientados a elevar la productividad del agua en la región.

LITERATURA CITADA

- De la Cruz, E, Gutiérrez, E, Palomo, A, Rodríguez, S. Amplitud combinatoria y heterosis de líneas de maíz en la Comarca Lagunera. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 2003; 26 (4): 279-284.
- García, SJ, Guzmán, SE, y Fortis, HM. Demanda y distribución del agua en la Comarca Lagunera. *Agrociencia*. 2006; 40: 269-276.
- Al-Karaki, G, Al-Hashimi, M. 2012. Green fodder production and water use efficiency of some forage crops under hydroponic conditions. *International Scholarly Research Network ISRN Agronomy*. 12: 1-5.
- Gleick, PH. Global freshwater resources: Soft-path solutions for the 2^{1st} century. *Science*. 2004; 302: 1524–1528.
- Hashim, MAA, Al-Dosari, SA, Asl-Gaadi, VC, Patil, EHM, Rangaswamy, TA, Samdani, MA. Determination of water requirement and crop water productivity of crops grown in the Makkah Region of Saudi Arabia. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2012; 6(9): 196-206, 2012.
- Hoekstra, AY. 2006. The global dimension of water governance: Nine reasons for global arrangements in order to cope with local water problems. Disponible: http://www.waterfootprint.org/Reports/Report_20_Global_Water_Governance.pdf Acceded May 20, 2014.
- Hoekstra, AY. 2008. Water neutral: Reducing and offsetting the impacts of water footprints. Disponible: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report28-WaterNeutral.pdf> Acceded May 22, 2014.
- Hoekstra, AY, Chapagain, AK, Aldaya, M, Mekonnen, MM. 2011. The water footprint assessment manual setting the global standard. Earthscan, London, UK. 227p.
- Kijne, JW, Barker R, Molden, D (eds.) 2003. Water productivity in agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. CABI Publication, Wallingford UK. 332p.
- Mekonnen, MM, and Hoekstra, AY. A global and high-resolution assessment of the green, blue and grey water footprint of wheat. *Hydrology and Earth Sys Sci*. 2010; 14:1259–1276.
- Núñez, HG, Chew, YI, Reyes, JI. 2000. Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. GHJ editores. Libro técnico No.2. SAGARPA-INIFAP.CIRNOC.CELALA. Matamoros, Coahuila, México. 171p.
- Pimentel, D.; Berger, B.; Filiberto, D.; Michelle, N.; Wolfe, B.; Karabinakis, E.; Clark, S.; Poon, E.; Abbett, E.; Nandagopal, S. Water resources: Agricultural and Environmental Issues. *Bioscience* 2014; 54 (10): 909-918.
- SAGARPA, 2012. Anuarios estadísticos de la producción agropecuaria. Región Lagunera. SAGARPA. Coahuila-Durango, Cd. Lerdo, Dgo., México. 167p.
- Salazar, SE, Trejo, EHI, Vázquez, VC, López, MJD. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. *Phyton* 2007; 76:169-185.
- SIAP, 2014. Anuarios estadísticos de la producción agropecuaria. Disponible: <http://www.siap.gob.mx/> Consultado 30 mayo, 2014.
- Takele, E, Kallenbach, R. Analysis of the impact of alfalfa forage production under summer water - limiting circumstances on productivity, agricultural and growers returns and plant stand. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2001; 187: 41-46.
- Vázquez, VC, García, HJL, Murillo, AB, Orona, CI, Zúñiga, TR, Rueda, PEO, Preciado, RP. Rendimiento y valor nutritivo de forraje de alfalfa (*Medicago sativa L.*) con

diferentes dosis de estiércol bovino. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 2010; 1(4):363-372.

003 APLICACIÓN DEL ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN (IEP) PARA EL ESTUDIO DE LA SEQUÍA EN LOS PASTIZALES DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

APPLICATION OF THE STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI) FOR THE STUDY OF DROUGHT IN THE PASTURES OF THE STATE OF CHIHUAHUA

Jesús Alejandro Prieto Amparan¹, Nathalie Socorro Hernández Quiroz², Víctor Aguilar Soto¹, Federico Villarreal Guerrero², Carmelo Pinedo Álvarez²

¹Alumnos de Posgrado, ²Profesores Investigadores
Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua
Perif. R. Almada Km 1 s/n, CP 31453, Chihuahua, Chihuahua, México
jesus_prieto06@hotmail.com

RESUMEN

Las investigaciones en relación con la sequía en pastizales son escasas y afectan el establecimiento de planes de mitigación en estos ecosistemas. Se analizó la distribución espacial de la sequía meteorológica en las ocho ecoregiones ganaderas del estado de Chihuahua, mediante el Índice Estandarizado de Precipitación (IEP). La sequía se analizó de junio a octubre durante los años de 2006 al 2013 que comprende las etapas de crecimiento de los pastizales. Se aplicó el Kriging Ordinario como método de interpolación geoestadístico. Con base en los valores del IEP calculado con datos semestrales (IEP6) se identificaron las ecoregiones ganaderas del estado con mayor vulnerabilidad. El año con mayor precipitación fue 2013; en contraste, el 2011 fue el año con la sequía más severa. Se observó una mayor presencia de este fenómeno en la ecoregión ganadera *Árida del Este*. Finalmente, el IEP6 mostró su bondad para identificar la extensión, intensidad y duración de la sequía lo cual es útil para el establecimiento de planes de contingencia para mitigar sus impactos en el sector ganadero.

Palabras Clave: Impacto de la sequía, ecoregiones ganaderas, kriging.

ABSTRACT

Research on topics related to drought on grasslands is limited and affect the formulation of mitigation plans in this type of ecosystems. The spatial distribution of drought on the eight cattle ecoregions of Chihuahua state, Mexico, was analyzed through the use of the Standardized Precipitation Index (SPI). Drought was analyzed from June to October during the years 2006-2014, coinciding with the natural growth stages of grassland plants in the study area. The method of Kriging was used for interpolation. Based on the results of the SPI, calculated with data from six months (SPI6), the cattle ecoregions with the greatest vulnerability were identified. The year with the greatest precipitation was 2013; in contrast with 2011, which was the year with the most severe drought. Drought was observed consistently and with high intensities in the ecoregion called "*Arida del Este*". Finally, as shown in this study, the SPI6 had the capacity of identifying the size area, the intensity and duration of drought, which is useful for the establishment of contingency plans to mitigate the impact of this phenomenon in the cattle sector.

Key words: drought impact, cattle land ecoregion, kriging.

INTRODUCCIÓN

La sequía puede definirse como la ausencia prolongada, marcada deficiencia o pobre distribución de la precipitación en un determinado lugar (Hurtado y Cadena, 2002). La sequía se presenta debido a una deficiencia en la precipitación, y su distribución e intensidad afectan el almacenamiento en cuerpos de agua (Karavitis *et al.*, 2011). Sus impactos se agravan cuando además de ser un evento natural, intervienen las influencias antropogénicas (OECD, 2012).

En un país mayormente semiárido como México, la precipitación es un recurso naturalpreciado y considerablemente variable (Giddins *et al.*, 2005). La sequía es un fenómeno recurrente en las zonas norte y noroeste del país (CONAGUA, 2011). En los últimos años, las sequías severas y recurrentes se han presentado en las ecoregiones ganaderas del estado de Chihuahua (Pinedo *et al.*, 2013), afectando las actividades de pastoreo las cuales se sustentan en el 72% del territorio estatal. Esto ha impactado negativamente las operaciones de vaca/becerro principalmente en las ecoregiones áridas del estado (Ortega *et al.*, 2008).

Una de las causas de deterioro del estado de salud en los pastizales son los ciclos de sequías recurrentes y de larga duración, y la mala gestión de mitigación durante y después de la misma. Lo anterior fue reportado por Melgoza *et al.* (1998), los cuales elaboraron una encuesta a 21 ranchos ubicados en zonas que representan cada tipo de vegetación en las porciones áridas y semiáridas del estado. Los resultados mostraron una reducción en la producción de forraje en cuatro tipos principales de vegetación: la producción de biomasa disminuyó de 1978 a 1996 en matorrales y pastizales (52% y 42%, respectivamente) ubicados principalmente en las ecoregiones del desierto y semidesierto de Chihuahua. En este sentido, hace falta un mayor número de investigaciones para encontrar mecanismos adecuados y prevenir o mitigar los efectos de la sequía.

El fenómeno de la sequía puede ser caracterizado a través de los índices de sequía basados en información meteorológica. Estos índices se entienden como un valor calculado con relación a algunos efectos acumulativos de una deficiencia de humedad prolongada y anormal (Hurtado y Cadena, 2002). Mckee *et al.* (1993) desarrollaron el Índice Estandarizado de Precipitación (IEP) que consiste en el ajuste de la serie de precipitación con una distribución teórica apropiada (generalmente la Gamma de dos parámetros) y su posterior transformación en una distribución normal estandarizada. Este parámetro puede ser calculado en forma simple para una gran variedad de escalas temporales, lo cual lo hace apto para el estudio de sequía cortas (importantes para la agricultura) o muy prolongadas y que son relevantes para evaluar la disponibilidad de agua subterránea, la escorrentía y los niveles de lagos o embalses de agua (Nuñez *et al.*, 2005). Este indicador de la sequía es una medida objetiva del estado del sistema que puede ayudar a identificar el inicio, severidad creciente o decreciente, y conclusión de una sequía. El objetivo del presente estudio fue analizar la distribución espacial y la severidad de la sequía meteorológica en las ecoregiones ganaderas del estado de Chihuahua. Los resultados, pudieran ser potencialmente utilizados por los ganaderos como una herramienta de planeación para mitigar los impactos negativos de este fenómeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio comprendió las ocho ecoregiones ganaderas del estado de Chihuahua. Las ecoregiones se obtuvieron en formato shapefile del proyecto "Sistema de Monitoreo Satelital y Terrestre de los Pastizales en el estado de Chihuahua" de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Preparación de la base de datos. Los datos de precipitación provienen de la base CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional de 19 estaciones meteorológicas del periodo de 2006-2013.

Calculo del IEP. Para cada estación meteorológica se obtuvieron puntualmente los IEP a 6 meses (IEP6) que reflejan el comportamiento semestral. El IEP6 se aplicó de junio a octubre para cada año del periodo 2006-2013. Los pastizales de Chihuahua reciben la mayor proporción de precipitación en estos meses. Una proporción inferior ocurre en los meses de invierno (Hennessy *et al.*, 2008).

Geoestadístico. Como método de interpolación se utilizó el Kriging Ordinario. Su función básica es:

$$Z(S_o) = \sum_{i=1}^n \lambda_i * Z(S_i)$$

donde: $Z(s_i)$ = el valor medido en la ubicación i , λ_i = una ponderación desconocida para el valor medido en la ubicación i , S_o = la ubicación de la predicción, N = la cantidad de valores medidos.

La ponderación λ_i depende de un modelo ajustado a los puntos medidos, la distancia a la ubicación de la predicción y las relaciones espaciales entre los valores medidos alrededor de la ubicación de la predicción (ESRI, 2014). Comparado con otros métodos (ej. IDW, Spline, Polígonos de Thiessen), Kriging es el más flexible (Karavitis *et al.*, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación del IEP6 detectó la severidad y ocurrencia de sequía *in situ* en las distintas ecoregiones ganaderas. El clinograma (Figura 1) muestra la variabilidad y severidad de la sequía. Los valores de IEP6 negativos representan la ocurrencia de eventos secos mientras que los valores positivos representan la ocurrencia de eventos húmedos. La magnitud del IEP6 hace referencia a la severidad de la sequía de acuerdo a la clasificación utilizada por el U.S. Drought Monitor (1999). Con base en los resultados del clinograma, el mes con la sequía más severa fue el 2011. En la Figura 2 se presentan los mapas que denotan la variabilidad anual y mensual de la sequía en el estado de Chihuahua. El año con mayor número de meses húmedos fue 2013 (julio-septiembre); en contraste, el 2011 fue el año con mayor severidad de sequía, generalizada en todo el estado. Para el periodo analizado, los meses más húmedos fueron julio, agosto y septiembre; mientras que el mes de junio presentó mayor severidad de sequía de manera consistente. El comportamiento del IEP6 señala un patrón espacio-temporal de la sequía con mayor presencia en la ecoregión ganadera *Árida del Este* en los años 2006, 2007, 2009, 2011 y 2012. En el periodo Julio-Octubre de los años 2006 y 2011 se presentó un periodo de mayor sequía en esta ecoregión. Esta condición afectó la producción de forraje. Según Pinedo *et al.* (2013) se obtuvo una producción de 70 kg ms/ha, valor por debajo del mínimo requerido para el mantenimiento de los animales en pastoreo. En los *Valles Centrales* la presencia de humedad fue más consistente. Los resultados resaltan

la importancia del IEP en los análisis del comportamiento de la sequía y su utilidad para establecer planes de mitigación y adaptabilidad al cambio ambiental global.

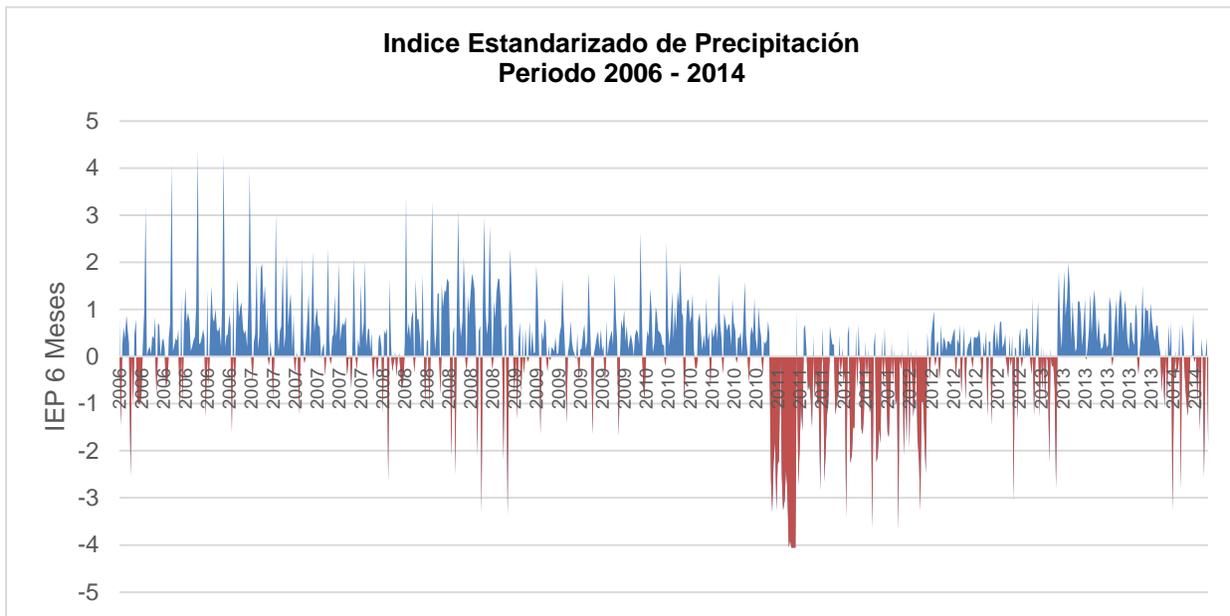


Figura 1. Clinograma anual-mensual del IEP6 en las ecoregiones ganaderas del estado de Chihuahua.

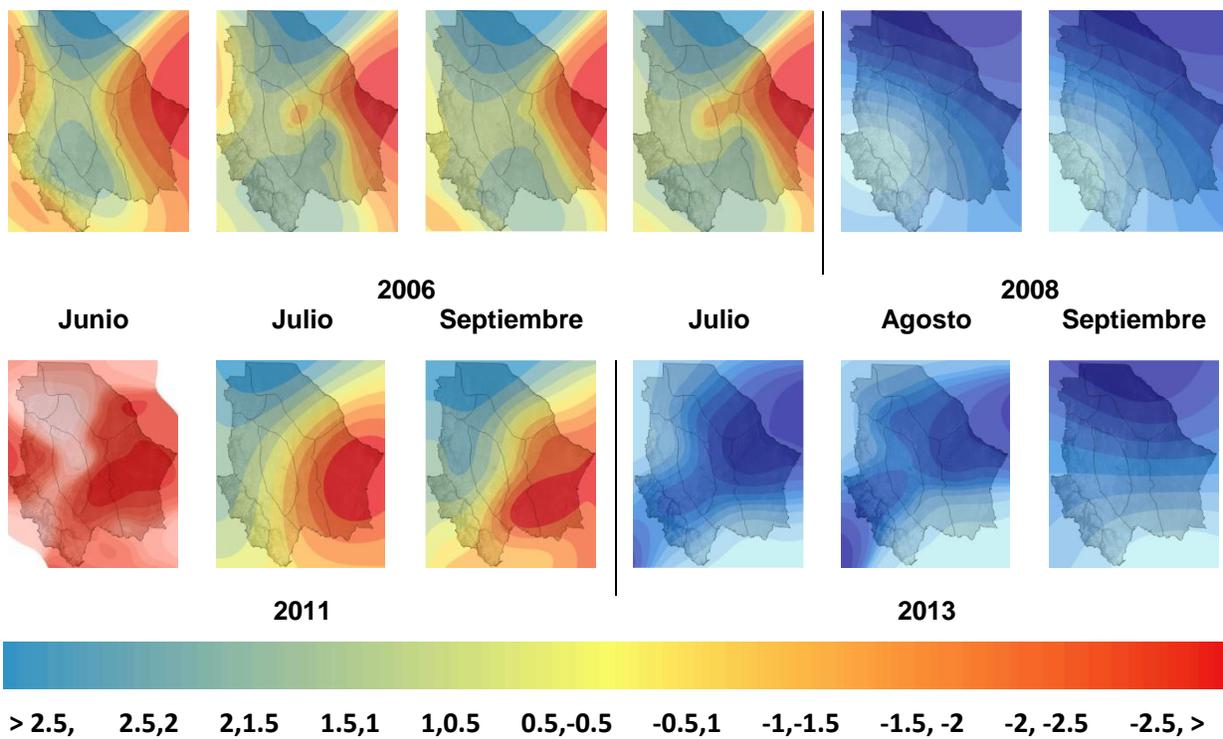


Figura 2. Comportamiento espacio-temporal de la sequía en las ecoregiones ganaderas del estado de Chihuahua.

CONCLUSIONES

Los resultados del IEP6 y su visualización proporcionaron una descripción del comportamiento de la sequía en las ecoregiones ganaderas del estado de Chihuahua. Con base en los valores de este indicador se identificaron las ecoregiones ganaderas del estado con mayor vulnerabilidad. El IEP mostró su bondad para identificar la extensión, intensidad y duración de la sequía, lo cual es útil para el establecimiento de planes de contingencia para mitigar sus impactos en el sector ganadero. Se recomienda continuar con el monitoreo del IEP, e incorporar sistemas de alerta temprana para establecer planes de adaptación a la sequía y en general al cambio ambiental global.

LITERATURA CITADA

- CLICOM. Datos climáticos diarios del CLICOM del SMN con gráficas del CICESE Disponible: <http://clicom-mex.cicese.mx>. Consultado 20 ene, 2014.
- CONAGUA. Programa Hidráulico de Gran Visión del Estado de Chihuahua 1996-2020. Tomo I. 1a Edición, Chihuahua, Méx. 1996; 482.
- CONAGUA. Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante la sequía en México. 2011.
- ESRI. Como funciona kriging. Disponible: <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//009z00000076000000>. Consultado 10 mar, 2014.
- Giddins, L, Rutherford B, Maarouf A. Standardized Precipitation Index Zones for México. J. Atmosfera, 2005: 33-56
- Karavitis, C, Alexandris S, Tsesmelis D, Athanasopoulos G. Application of the standardized precipitation index (IEP) in Greece. J. Water. 2011; (3) 787-805.
- Hurtado, G. y Cadena M,. Aplicación de índices de sequía en Colombia. Meteorol. Colomb 2002; (5)131-137.
- Hennessy, K, Fawcett R, Kirono D, Mpelasoka F, Jones D, Bathols J, Whetton P, Smith M, Howden M, Mitchell C, Plummer N. An assessment of the impact of climate change on the nature and frequency of exceptional climatic events. Drought exceptional circumstances. Canberra: Australian Government Bureau of Meteorology. 2008
- Melgoza, A, Royo M, Baez A, Reyes G. Situación de predios ganaderos después de cuatro años de sequía en las zonas áridas y semiáridas de Chihuahua. Chihuahua, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Campo Experimental "La Campana," Folleto Técnico 1998; (4) 23.
- Mckee, T, Doesken N, Kleist J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA, USA, 17-22 January 1993; pp. 179-184.
- OECD. 2012. OECD Territorial Reviews Chihuahua, México.
- Ortega, C., Villalobos, C., Martinez, J., Britton, C., Sosebee, R. Chihuahua's Cattle Industry and a Decade of Drought: Economical and Ecological Implications. Rangelands. 2008; (6):2-7.
- Pinedo, C, Hernández N, Melgoza A, Rentería M, Vélez C., Morales C, Quintana M, Santellano E, Esparza E. Diagnóstico Actual y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático. Reporte Técnico 2013.
- U.S. Drought Monitor. North American Drought Monitor. Disponible <http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/nadm/index.php>. Consultado 20 feb, 2013.
- Rivera, R, Crespo G, Arteaga R, Quevedo A. Comportamiento espacio temporal de la sequía en el estado de Durango, México. Terra Latinoamericana, 2007; 25 (4); 383-392.

004 DENSIDAD DE SIEMBRA, ARREGLO DE SURCO Y EDAD DE CORTE EN LA PRODUCCIÓN FORRAJERA DE LAS VARIEDADES HUMAYA Y TAINUNG-2 DE KENAF

(PLANTING DENSITY, ROW ARRANGEMENT AND CUTTING AGE ON THE FORAGE PRODUCTION OF KENAF VARIETIES HUMAYA AND TAINUNG-2)

Daniel González González¹, Javier Alonso Romo Rubio^{2*}, Rubén Barajas Cruz², Leopoldo Raúl Flores Aguirre², Jaime Eleazar Borbolla Ibarra²

¹INIFAP- Campo Experimental del Valle de Culiacán, Sinaloa

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa
Carretera federal No. 15, Culiacán-Mazatlán, km 3.5, telefax (667) 7181650;

*romo60@uas.edu.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la influencia de la densidad de siembra, arreglo de surco y edad de corte, en la producción forrajera de las variedades Humaya y Tainung-2 de Kenaf (*Hibiscus cannabinus*), cultivado en el valle de Culiacán, Sinaloa, se realizó un experimento con un diseño completamente a azar con arreglo factorial 2X3X3X2, con cinco repeticiones por tratamiento. La densidad de siembra fue de 10, 20 y 30 semillas por m/lineal, en una o dos hileras por surco, con cortes a los 60, 70 y 80 días post-siembra. La variedad Tainung-2 produjo más ($P < 0.01$) forraje, tanto verde como en materia seca, que la variedad Humaya. Los cortes a 80 días produjeron más forraje ($P < 0.01$), que a los 60 y 70 días. La densidad de 10 semillas/m produjo menos ($P < 0.01$) cantidad de forraje que las de 20 y 30 semillas/m, estas dos últimas fueron iguales entre sí ($P > 0.10$), y el arreglo en dos hileras por surco generó mayor producción ($P < 0.01$). Se encontraron interacciones ($P < 0.01$) entre todos los factores. Los resultados del presente experimento sugieren que la variedad Tainung-2 es la mejor alternativa forrajera para el centro de Sinaloa y que su siembra en hilera sencilla con 20 semillas/m es suficiente para alcanzar su máxima producción.

Palabras clave: Edad al corte, Kenaf, Densidad de siembra, Variedad.

ABSTRACT

With the objective of evaluate the Influence of planting density, row arrangement and cutting age, on the forage production of Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) varieties Humaya and Tainung-2 of grown in Culiacan Valley, Sinaloa, an experiment with a completely randomized factorial design 2X3X3X2 arrangement, with five replicates per treatment, was performed. The densities were 10, 20 and 30 seeds per m/linear, arranged in one or two rows per row, with cuts at 60, 70 and 80 days post-planting. The variety Tainung-2 produced more ($P < 0.01$) forage, both green and dry matter, that the variety Humaya. Cuts to 80 days produced more forage ($P < 0.01$) than at 60 and 70 days. The density of 10 seeds/m produced less ($P < 0.01$) amount of forage that the 20 and 30 seeds/ m, the latter two were equal to each other ($P > 0.10$), and the arrangement in two rows generated greater production ($P < 0.01$). Interactions ($P < 0.01$) among all factors were found. The results of this experiment suggest that Tainung-2 variety is the best alternative to forage in the central zone of Sinaloa and that planting in single rows with 20 seeds per m/linear is sufficient to reach full production.

Key words: Cutting age, Kenaf, Planting density, Variety

INTRODUCCIÓN

El Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) es un cultivo anual herbáceo de rápido crecimiento que produce una gran cantidad de hojas, por lo que se utiliza para la alimentación de los rumiantes tanto en pastoreo directo como forraje de corte. En la planta joven, el contenido de proteína cruda de las hojas varía desde 21 hasta 34%, mientras que el del tallo va de 10 a 12%, y el de la planta entera de 16 a 23% (Webber, 1993). Como en la mayoría de las plantas forrajeras, el contenido de proteína disminuye a medida que avanza la edad de la planta, a valores cercanos a 8.5% (Muir, 2002). Existen diferencias en la producción de forraje entre las distintas variedades, debido a la interacción entre su potencial genético con el medio en el que son cultivadas, en donde la composición de los suelos y el clima juegan un papel preponderante. Adicionalmente, las labores culturales a que son sometidas pueden influir en la producción de forraje, entre los que se incluyen la edad al corte, densidad de siembra y el arreglo de siembra en el surco. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de la densidad de siembra con arreglo de una o dos hileras de semilla por surco y edad de corte, en la producción forrajera de las variedades Humaya y Tainung-2 de Kenaf.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el INIFAP-Campo Experimental Valle de Culiacán. La siembra de Kenaf fue durante el ciclo agrícola Primavera-Verano 2012, en suelo con textura franco-arcilloso, pH de 7.56 y conductividad eléctrica de 0.50 (dS/m). Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con arreglo factorial 2x3x3x2, con cinco repeticiones por tratamiento. Se utilizaron dos variedades de Kenaf (*Hibiscus cannabinus*), Humaya y Tainung-2; con tres densidades de siembra: 10, 20 y 30 plantas por metro lineal; se realizaron tres cortes: a los 60, 70 y 80 días después de la siembra. La parcela experimental consistió en 4,320 m², y cada repetición constó de cuatro surcos de 7 m de longitud; el muestreo se realizó de los dos surcos centrales, eliminándose 0.5 m de la cabecera de cada surco, por lo que la parcela útil fue de 9.6 m². La fertilización nitrogenada se aplicó antes de la siembra, dirigida al centro y al lomo del surco. La fuente de nitrógeno fue urea (46-00-00) y fósforo a base de fosfato mono-amónico (11-52-00). El aporte de nitrógeno y fósforo fue de 80 UN y 52 UP/ha a partir de una mezcla de 150 Kg de urea y 100 Kg de fosfato mono-amónico. Se aplicó un riego de pre siembra y se dieron dos riegos hasta el corte. Las variables estudiadas fueron: rendimiento de forraje verde (FV t/h⁻¹), rendimiento de materia seca (MS t/h⁻¹). Para la determinación de la producción de FV se colectaron 5 (cinco) muestras mediante la técnica de corte directo con machete a 7 (siete) cm del suelo en un área de 9.6 m². Se tomó una muestra homogénea para deshidratar el forraje cosechado y determinar el porcentaje de humedad. La MS parcial (forraje seco) se obtuvo mediante la desecación de las muestras en estufa con aire forzado a 65°C durante 72 horas; para determinar el contenido de MS las muestras se colocaron en estufa de aire forzado a 110 °C durante 24 horas (AOAC, 1975). A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza para un diseño completamente al azar; la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey, fijándose un α de 0.05 para aceptar diferencia estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del efecto de la densidad de siembra, arreglo de surco y días a corte en el rendimiento en forraje verde de dos variedades de Kenaf se presentan en el Cuadro 1. En general, la mayor producción de forraje se obtuvo con la variedad tainung-2; así mismo, la siembra con densidades de 20 semillas, en hilera doble y corte a los 80 días tuvieron en promedio una mejor producción (Cuadro 3). Sin embargo, la mayor producción ($P = 0.05$) tanto de FV (63.9 t/ha) como de MS (12.7 t/ha) correspondió a la variedad Tainung-2, cortada a los 80 días post-siembra, sembrada en hilera sencilla con densidad de 20 semillas/m (Cuadro 2). La producción de 12.7 t de MS/ha de la variedad Tainung-2 a los 80 días con 20 plantas/m en hilera sencilla es comparable con los valores de 14.4 t de MS/ha observados con la misma variedad por Danalatos y Archontoulis (2010). La variedad Humaya tuvo una producción promedio de 10 t de MS/ha, mayor a la observada en la región de La Laguna en México, donde los rendimientos de Kenaf oscilaron entre 6.7 a 7.0 t/ha (Reta-Sánchez *et al.*, 2010); en Oklahoma, se han obtenido valores de 5.5 t de MS/ha (Phillips *et al.*, 1999), y en California hasta 8 t de ms/ha (Bañuelos *et al.*, 2002). La densidad de 10 semillas/m produjo una menor ($P < 0.01$) cantidad de forraje que las de 20 y 30 semillas/m, estas dos últimas fueron iguales entre sí ($P > 0.10$). Estos resultados coinciden a los observados por Danalatos y Archontoulis (2010) quienes al sembrar con densidades de 20 y 30 plantas/m, encontraron una producción similar de biomasa en las variedades Tainung-2 y Everglades-41 de Kenaf; por su parte Barbanti *et al.* (2008) al sembrar las variedades Tainung-2 y Everglades-41, no encontraron diferencia en la producción de forraje con densidades de 20 vs. 40 semillas/m; Acreche *et al.* (2005), tampoco observaron diferencias entre densidades de siembra de 25 y 40 plantas/m en tres variedades de Kenaf, sugiriendo que a medida que se incrementa la densidad, aumenta la competencia inter específica. Se observó una interacción ($P < 0.01$) variedad x arreglo de surco, y una tendencia a interacción variedad x densidad. Los resultados del presente experimento indican que la variedad Tainung-2 es superior en rendimiento a la variedad Humaya. Además, la variedad Tainung-2 ofrece mejores perspectivas cuando se siembra en hilera sencilla que doble, lo que disminuye sus requerimientos de equipo para la siembra, en tanto que con una densidad de siembra de 20 semillas/m es suficiente para alcanzar su máxima producción.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente experimento sugieren que la variedad Tainung-2 de Kenaf es la mejor alternativa forrajera para el centro de Sinaloa y que su siembra en hilera sencilla con una densidad de 20 semillas/m es suficiente para alcanzar su máxima producción. En caso de utilizarse la variedad Humaya sería recomendable sembrarla en arreglo de dos hileras por surco con una densidad de 33 plantas por metro lineal.

Cuadro 1. Resultado de la densidad de siembra, arreglo de surco y días a corte en el rendimiento en forraje verde de dos variedades de Kenaf.

Variedad	Densidad, semillas/m	Arreglo de surco	Días a corte	Forraje verde, kg/ha
Tainung-2	20	Sencillo	80	63,908 ^a
Tainung-2	30	Sencillo	80	58,396 ^{ab}
Tainung-2	30	Doble	80	57,338 ^{ab}
Humaya	30	Doble	80	55,575 ^{bc}
Tainung-2	10	Doble	80	55,242 ^{bc}
Tainung-2	10	Sencillo	80	54,900 ^{bc}
Tainung-2	20	Doble	80	52,823 ^{bc}
Humaya	10	Doble	80	51,813 ^{bc}
Humaya	20	Doble	80	51,781 ^{bc}
Humaya	30	Sencillo	80	51,096 ^{bcd}
Humaya	20	Sencillo	80	47,619 ^{cde}
Humaya	10	Sencillo	80	43,808 ^{def}
Tainung-2	20	Sencillo	70	43,688 ^{def}
Tainung-2	20	Doble	60	42,390 ^{etg}
Humaya	20	Doble	60	42,094 ^{etg}
Tainung-2	20	Sencillo	60	41,101 ^{etg}
Tainung-2	30	Doble	70	40,040 ^{efgh}
Tainung-2	30	Doble	60	39,054 ^{fgh}
Humaya	20	Doble	70	38,967 ^{fgh}
Humaya	30	Doble	60	38,900 ^{fgh}
Tainung-2	10	Doble	60	38,194 ^{fgh}
Tainung-2	20	Doble	70	37,958 ^{fgh}
Humaya	10	Doble	70	37,175 ^{fgh}
Humaya	30	Doble	70	37,000 ^{fgh}
Tainung-2	30	Sencillo	70	36,875 ^{fgh}
Tainung-2	10	Sencillo	70	36,460 ^{fgh}
Humaya	30	Sencillo	70	36,346 ^{fgh}
Tainung-2	30	Sencillo	60	35,690 ^{ghi}
Humaya	20	Sencillo	60	35,424 ^{ghi}
Tainung-2	10	Doble	70	34,740 ^{ghi}
Humaya	20	Sencillo	70	32,958 ^{hij}
Humaya	30	Sencillo	60	32,525 ^{hij}
Tainung-2	10	Sencillo	60	32,094 ^{hij}
Humaya	10	Sencillo	70	28,229 ^{ijk}
Humaya	10	Doble	60	26,127 ^k
Humaya	10	Sencillo	60	21,834 ^k

Cuadro 2. Influencia de la variedad, densidad de siembra y arreglo de surco en la producción de forraje verde y materia seca de Kenaf cortado a los 80 días después de la siembra.

Variables	Variedades												EE ¹	Valor de P
	Humaya						Tainung-2							
	10		20		30		10		20		30			
A. de surco ³	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D		
Producción de Forraje, t/ha														
Materia verde	43.8 ^f	51.8 ^{cde}	47.6 ^{ef}	51.8 ^{cde}	51.1 ^{de}	55.6 ^{bcd}	54.9 ^{bcd}	55.2 ^{bcd}	63.9 ^a	52.8 ^{bcd}	58.4 ^{ab}	57.3 ^{bc}	1.253	0.05
Materia seca	8.7 ^f	10.3 ^{cde}	9.5 ^{ef}	10.3 ^{cde}	10.2 ^{de}	11.1 ^{bcd}	10.9 ^{bcd}	11.0 ^{bcd}	12.7 ^a	10.5 ^{bcd}	11.6 ^{ab}	11.4 ^{bc}	0.249	0.05

¹ Error estándar de la media; ² Densidad de siembra en semillas por m lineal; ³ Arreglo de surco: sencillo = S; doble = D

Cuadro 3. Influencia de los factores variedad, días a corte, densidad de siembra y arreglo de surco en la producción de forraje verde y materia seca de Kenaf.

Variables	Producción de forraje, kg/ha	
	Materia verde	Materia seca
Variedad		
Observaciones, n	90	90
Tainung-2	44,494	8,854.3
Humaya	39,404	7,842.1
EE ¹	312.4	62.273
Valor de P	< 0.01	< 0.01
Corte, días		
Observaciones, n	60	60
60	35,452 ^b	7,056 ^b
70	36,703 ^b	7,304 ^b
80	53,691 ^a	10,685 ^a
EE ¹	383.27	76.268
Valor de P	< 0.01	< 0.01
Densidad de siembra, semillas/m		
Observaciones, n	60	60
10	38,385 ^b	7,638.5 ^b
20	44,226 ^a	8,800.9 ^a
30	43,236 ^a	8,605.0 ^a
EE ¹	383.27	76.268
Valor de P	< 0.01	< 0.01
Arreglo de surco		
Observaciones, n	90	90
Sencillo	40,720	8,103.9
Doble	43,178	8,592.5
EE ¹	312.94	62.273
Valor de P	< 0.01	< 0.01

¹ Error estándar de la media

LITERATURA CITADA

- Acreche M.M., L.N. Gray, N.G. Collavino, and J.A. Mariotti. Effect of row spacing and lineal sowing density of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) yield components in the north-west of Argentina. Spanish Journal of Agricultural Research. 2005. 3:123-129.
- Bañuelos G.S., D.R. Bryla, C.G. Cook. Vegetative production of kenaf and canola under irrigation in central California. Ind. Crops Prod.. 2002. 15:237-245.

- Barbanti L., N. Di Virgilio, G. Venturi. Effects of Plant Density, Seeding and Harvest Time on the Growth of Two Kenaf (*Hibiscus Cannabinus* L.) Varieties. *Ital. J. Agron./Riv. Agron.* 2008. 4:267-277.
- Danalatos, N. G. and S. V. Archontoulis. Growth and biomass productivity of kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) under different agricultural inputs and managements practices in central Greece. *Ind. Crops Prod.* 2010. 32:231-240.
- Muir J.P. Effect of dairy compost application and plant maturity on forage Kenaf cultivar fiber concentration and in Sacco disappearance. *Crop Sci.* 2002. 42: 248-254.
- Phillips, W.A., F.T. McCollum, and G.Q. Fitch. Kenaf dry matter production, chemical composition, and in situ disappearance when harvested at different intervals. *Prof. Anim. Sci.* 1999.15:34-39.
- Reta-Sánchez, D.G., B. Hernández-Dozal, J. A. Cueto-Wong, J. Olague-Ramírez, and J. S. Serrano-Corona. Kenaf forage yield and quality as affected by population density. *Crop Sci.* 2010. 50:744-750.
- Webber, C.L. III, Crude protein and yield components of six Kenaf cultivars as affected by crop maturity. *Ind. Crops Prod.* 1993. 2:27–31.

**005 VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE POBLACIONES DE PASTO BANDERITA
[*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] EN CHIHUAHUA, MÉXICO**

**MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF POPULATIONS OF SIDEOAT GRAMA
[*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] IN CHIHUAHUA, MEXICO**

Carlos Raúl Morales Nieto¹, Alicia Melgoza Castillo¹, Katia del Carmen Gil Vega²,
Adrián Quero Carrillo³, Pedro Jurado Guerra⁴, Martín Martínez Salvador⁴

¹Facultad de Zootecnia y Ecología-UACH, Km 1 Perif. F.R. Almada. C.P 31031, Apdo. Postal 4-28 Chihuahua, Chih., México. Tel. (614) 231-1010. cnieto@uach.mx. ²CINVESTAV-Irapuato, ³Colegio de Posgraduado, ⁴Sitio Experimental La Campana-INIFAP.

RESUMEN

Recolectar y conservar materiales forrajeros nativos en centros de origen, constituye la base para asegurar la alimentación del ganado, mediante la multiplicación de semilla. Se exploró y analizó la diversidad morfológica de 51 poblaciones de zacate banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] del estado de Chihuahua. Las plantas fueron trasplantadas bajo condiciones de temporal. Dos años después se realizó la caracterización morfológica, utilizando nueve variables. El análisis de componentes principales mostró que los tres primeros componentes principales (CP), explican el 73.83% de la variación. Al correlacionar materia seca con las otras variables originales, se presentaron correlaciones significativas en variables como densidad de tallos ($r=0.81$; $P\leq 0.0001$), diámetro de macollo ($r=0.71$; $P\leq 0.0001$), altura de follaje ($r=0.68$; $P\leq 0.0001$) y altura de planta ($r=0.56$; $P\leq 0.0001$). Además, se correlacionaron las nueve variables con los tres primeros componentes principales. El CP1 presentó una correlación significativa ($P\leq 0.0001$) con materia seca (88%), densidad de tallos (85%), diámetro de macollo (83%), altura de forraje (82%), altura de planta (79%) y longitud de hoja (65%). El CP2 presentó una correlación significativa ($P\leq 0.0001$) con ancho de hoja (85%) y grosor de tallos (80%). Por último, el CP3 presentó solo correlación significativa ($P\leq 0.0001$) con longitud de inflorescencia (74%). Con base en las características morfológicas la evaluación *ex situ* detectó poblaciones con potencial para utilizarse con diversos propósitos: forraje, producción de semilla, retenedores de suelo o control de erosión.

Palabras clave: *Bouteloua curtipendula*, variabilidad morfológica, poblaciones.

ABSTRACT

Collecting and conserving native forage materials in their original habitat, is the foundation for livestock feed. Morphological diversity of 51 populations of sideoats grama (*Bouteloua curtipendula*) in Chihuahua was explored and analyzed. Plants were transplanted under dryland conditions. Morphological characterization was done two years later using nine variables. Principal components analysis showed that the first three principal components explained 73.83% of the variability. Significant correlation of dry matter with other original variables such as stem density ($r=0.81$; $P\leq 0.0001$), crown diameter ($r=0.71$; $P\leq 0.0001$), forage height ($r=0.68$; $P\leq 0.0001$) and plant height ($r=0.56$; $P\leq 0.0001$) was observed. Also, all variables were correlated with the first three principal components. PC1 showed a significant correlation ($P\leq 0.0001$) with dry matter

(88%), stem density (85%), crown diameter (83%), forage height (82%), plant height (79%) and leaf length (65%). PC2 was significantly correlated ($P \leq 0.0001$) to leaf width (85%), and stem width (80%). Lastly, PC3 only showed a significant correlation ($P \leq 0.0001$) with inflorescence length (74%). Based on the morphological characteristics *ex situ* evaluation estimated sideoats grama populations with potential to be used with several purposes: forage, seed production, and soil erosion control.

Key words: *Bouteloua curtipendula*, morphological variability, populations.

INTRODUCCIÓN

Es importante recolectar y conservar materiales forrajeros nativos en los centros de origen, ya que constituye la base para asegurar la alimentación del ganado (Do Valle, 2001). El pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] es la segunda especie nativa de importancia ganadera dentro de su género (Harlan *et al.*, 1953), se encuentra en planicies y lomeríos rocosos, produce abundante forraje apetecido por el ganado, se adapta a diferentes tipos de suelo y condiciones climáticas (Gay *et al.*, 1970; Willard y Schuster, 1971). Lo anterior da lugar a diferentes ecotipos con diferencias morfológicas, motivo por el cual es importante hacer evaluaciones *ex situ*, donde todos los ecotipos se colocan en un mismo ambiente para detectar características de importancia dentro de la especie (Erickson *et al.*, 2004; Morales, 2006). De esa manera, se pueden identificar características sobresalientes evaluando descriptores morfológicos en la diversidad de poblaciones nativas (Steiner *et al.*, 1998). El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la diversidad morfológica en poblaciones de pasto banderita para detectar poblaciones con alto potencial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el año 2006 se recolectaron 135 ecotipos de zacate banderita en ranchos ganaderos del estado de Chihuahua y se agruparon en 51 poblaciones (29 municipios), utilizados para las evaluaciones *ex situ*, conocer y definir la estructura poblacional. En cada sitio de muestreo se extrajeron cuatro plantas, con un diámetro de 2.5 cm y provista de raíz. Cada planta fue identificada con un número de colecta, siguiendo la metodología de Morales (2009), donde cada población se consideró como ecotipos diferentes. Las plantas fueron colocadas en cajas de plástico, provistas con suelo húmedo para su transporte y trasplante en el Campo Experimental La Campana (INIFAP). Los suelos son de origen aluvial, textura franco arenoso y pH de 6.5. El clima es seco templado con veranos cálidos, temperatura media anual de 15 a 18°C y una precipitación promedio de 355 mm anuales (Royo y Lafón, 2008). Se evaluaron los siguientes descriptores morfológicos: altura total de la planta (AP), altura de follaje (AF), densidad de tallos (DT), grosor de tallos (GT), ancho de hoja (AH), largo de hoja (LH), longitud de inflorescencia (LI), diámetro del macollo (DM) y producción de materia seca (MS). A los datos morfológicos se les realizó un análisis de componentes principales (ACP) y un análisis de conglomerados (AC), mediante el método de Ward (SAS, 1999). Para obtener la gráfica de dispersión y dendograma se utilizó MINITAB.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura de planta varió de 40 hasta 104 cm y la del follaje de 25 hasta 62 cm. La densidad y grosor de tallos tuvo un rango de 20 a 352 cm y de 1.0 a 3.0 cm, respectivamente. El ancho de hoja fue de 2.0 a 8.0 cm y la longitud de 6.0 a 25 cm. La

longitud de inflorescencia fue de 12 a 37 cm. El diámetro de macollo tuvo un rango de 4 a 20 cm. Los valores de materia seca fueron de 4 a 260 g/planta. El análisis de componentes principales (ACP) mostró que los tres primeros componentes principales (CP), explican el 73.83% de la variación. Al correlacionar materia seca con las otras variables originales, se presentaron correlaciones significativas en variables como densidad de tallos ($r= 0.81$; $P\leq 0.0001$), diámetro de macollo ($r= 0.71$; $P\leq 0.0001$), altura de follaje ($r=0.68$; $P\leq 0.0001$) y altura de planta ($r= 0.56$; $P\leq 0.0001$; Cuadro 1). Además, se correlacionaron las nueve variables con los tres primeros componentes principales. El CP1 presentó una correlación significativa ($P\leq 0.0001$) con materia seca (88%), densidad de tallos (85%), diámetro de macollo (83%), altura de forraje (82%), altura de planta (79%) y longitud de hoja (65%). El CP2 presentó una correlación significativa ($P\leq 0.0001$) con ancho de hoja (85%) y grosor de tallos (80%). Por último, el CP3 presentó solo correlación significativa ($P\leq 0.0001$) con longitud de inflorescencia (74%; Cuadro 1). La colección *ex situ* de zacate banderita presentó una amplia diversidad morfológica, debida probablemente a las condiciones ambientales de los sitios de origen (Morales *et al.*, 2009), por lo que estos ecotipos tienen características importantes para ser utilizados en la restauración de ecosistemas pastoriles. A partir de las correlaciones obtenidas se pueden seleccionar ecotipos considerando el potencial que tiene para protección y estabilidad de suelo. Estas correlaciones y varianzas observadas, son congruentes con las obtenidas por Ayana y Bekele (1999) al evaluar caracteres cuantitativos de 415 accesiones de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), donde reporta que los primeros cinco CP explicaron el 79% de la varianza total. Además, se han realizado otros estudios en zacates del género *Lolium* (Bennett *et al.*, 2000), *Panicum* (Casler, 2005), *Bromus* (Ferdinandez y Coulman, 2004) y *Bouteloua* (Morales *et al.*, 2009), los cuales concluyen que la evaluación de la variabilidad morfológica constituye la base para seleccionar material para diversos usos en la rehabilitación o restauración ecológica; producción forrajera, materiales con potencial para retener suelo, ecotipos resistentes a sequía, entre otros propósitos.

Cuadro 1. Correlación de variables con componentes principales en 51 poblaciones de zacate banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] en Chihuahua, México.

	AF	AP	DT	GT	AH	LH	LI	DM	MS
MS	0.68 ($P\leq 0.0001$)	0.56 ($P\leq 0.0001$)	0.81 ($P\leq 0.0001$)	-0.20 ($P\leq 0.1586$)	0.11 ($P\leq 0.0002$)	0.50 ($P\leq 0.5059$)	0.40 ($P\leq 0.0030$)	0.71 ($P\leq 0.0001$)	1.00
CP1	0.82 ($P\leq 0.0001$)	0.79 ($P\leq 0.0001$)	0.85 ($P\leq 0.0001$)	0.18 ($P\leq 0.1932$)	0.13 ($P\leq 0.3355$)	0.65 ($P\leq 0.0001$)	0.49 ($P\leq 0.0002$)	0.83 ($P\leq 0.0001$)	0.88 ($P\leq 0.0001$)
CP2	-0.20 ($P\leq 0.1470$)	-0.11 ($P\leq 0.4083$)	-0.17 ($P\leq 0.2326$)	0.80 ($P\leq 0.0001$)	0.85 ($P\leq 0.0001$)	0.22 ($P\leq 0.1128$)	-0.18 ($P\leq 0.2018$)	0.08 ($P\leq 0.5711$)	0.02 ($P\leq 0.8760$)
CP3	-0.06 ($P\leq 0.6581$)	0.04 ($P\leq 0.7630$)	-0.24 ($P\leq 0.0814$)	-0.21 ($P\leq 0.1324$)	0.26 ($P\leq 0.0572$)	0.22 ($P\leq 0.1114$)	0.74 ($P\leq 0.0001$)	-0.25 ($P\leq 0.0779$)	-0.09 ($P\leq 0.5302$)

CP1= componente principal uno; CP2= componente principal dos; CP3= componente principal tres.
 AF= altura de forraje; AP= altura de planta; DT= densidad de tallos; GT= grosor de tallos; AH= ancho de hoja;
 LH= largo de hoja; LI= longitud de inflorescencia; DM= diámetro del macollo; MS= materia seca

La amplitud de la diversidad morfológica observada en la Figura 1-A, refleja la variación morfológica existente en esta especie. Se observa que las variables que más

contribuyeron fueron materia seca, densidad de tallos, altura de forraje, altura de planta y diámetro de macollo. Además, se observa que la dispersión no es aleatoria, ya que se pueden establecer grupos con base en sus áreas de adaptación climática o entidades de origen. Con esta variación obtenida, se puede establecer un banco de germoplasma para conserva y evaluar dicha variación en programas de mejoramiento genético y disponer de ecotipos mejorados con potencial para su uso en programas de rehabilitación de pastizales.

El análisis de conglomerados jerárquicos integró a tres grupos basados en el método de ligamiento WARD. 2). El grupo I (G-I) integró 21 poblaciones originarias de 15 municipios (Chihuahua, Casas Grandes, Namiquipa, Buenaventura, Satevó, Valle de Allende, Gran Morelos, Valle de Zaragoza, Villa López, Julimez, Villa Ahumada, Jiménez, Manuel Benavides, Camargo y Ojinaga). Estos ecotipos se caracterizan por presentar los valores más altos de todas las nueve variables evaluadas. El subgrupo I-a integró nueve poblaciones y se caracterizó por que presentaron las mayores alturas de planta (96 cm). El subgrupo I-b integró a las seis poblaciones que presentaron en promedio los valores más altos de densidad de tallos (271), longitud de hojas (20 cm), longitud de inflorescencia (32 cm), diámetro de macollo (16 cm) y materia seca (176 g/planta). El subgrupo I-c agrupó también a seis poblaciones con las mayores alturas de follaje (60 cm), originarias de los municipios de Ojinaga y Chihuahua. El grupo II (G-II) integró 24 poblaciones originarias de 15 municipios y en general este grupo presentó valores intermedios de las variables morfológicas evaluadas. Por último, el grupo III (G-III) integró seis poblaciones originarias de los municipios de San Francisco del Oro, Namiquipa, Balleza, Villa ahumada, Ascensión y Chihuahua. Estas poblaciones se caracterizaron por que presentaron los valores más bajos de altura de follaje (29 cm), altura de planta (58 cm), densidad de tallos (30), longitud de hoja (12 cm), longitud de inflorescencia (23 cm), diámetro de macollo (6.2 cm) y materia seca (8.7 g/planta; Figura 1-B).

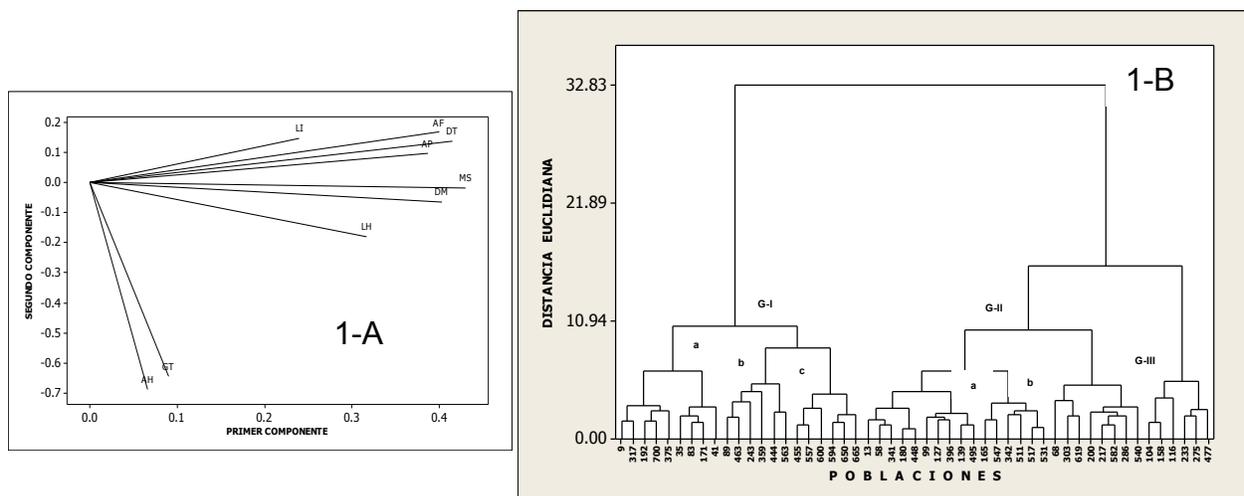


Figura 1. Distribución de la diversidad morfológica de 51 poblaciones de zacate bandera [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], en función de los dos primeros componentes principales, obtenidos con la matriz de correlación de las nueve variables (1-A). Dendograma del análisis de nueve variables morfológicas cuantitativas en 51 poblaciones de zacate bandera, con base en el método de ligamiento Ward (1-B).

CONCLUSIONES

Con base en las características morfológicas la evaluación *ex situ* detectó poblaciones con potencial para utilizarse con diversos propósitos: forraje, producción de semilla, retenedores de suelo o control de erosión. Las poblaciones 563, 359 y 444, originarias de los municipios de Manuel Benavidez, Buenaventura y Jiménez, respectivamente, presentaron el buen potencial para su uso en programas de rehabilitación de pastizales.

LITERATURA CITADA

- Ayana A, Bekele E. Multivariate analysis of morphological variation in Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] germplasm from Ethiopia and Eritrea. *Gen Res Crop Evol* 1999;46:273-284.
- Bennett, SJ, Hayward MD, Marshall DF. Morphological differentiation in four species of the genus *Lolium*. *Gen Res Crop Evol* 2000;47:247-255.
- Casler MD. Ecotypic variation among switchgrass populations from the Northern USA. *Crop Sci* 2005;45:388-398.
- Do Valle CB. Genetic resources for tropical areas: achievements and perspectives. In: Proc. XIX Int. Grassland Congress. São Pedro, São Paulo, Brazil. Brazilian Society of Animal Husbandry. Sociedade Brasileira de Zootecnia 2001;477-482.
- Ferdinandez YSN, Coulman BE. Genetic relationships among smooth bromegrass cultivars of different ecotypes detected by AFLP markers *Crop Sci* 2004;44:241-247.
- Gay CHW, Dwyer DD, Steger RE. New Mexico range plants. New Mexico State University. Coop. Ext. Serv. Cir. 1970:374.
- Harlan JR, Snyder LA, Celarier RP. Cytological studies of Southern Great Plains grasses. Proc. 6th Int. Grassland Congress 1953;229-232.
- Morales NC. Caracterización morfológica, citológica y molecular de recursos genéticos de *Bouteloua curtipendula* [tesis doctorado]. Montecillo, Texcoco, Estado de México. Colegio de Posgraduados, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas; 2006.
- Morales NC, Quero AR, Melgoza A, Martínez M, Jurado P. Diversidad forrajera del pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], en poblaciones de zonas áridas y semiáridas de México. *Téc Pecu Méx* 2009;47:231-244.
- Morales NCR. Metodología para la recolecta y conservación de germoplasma de plantas forrajeras en la zonas áridas y semiáridas de México. Folleto Técnico No. 21. S.E. Campana-Madera. INIFAP-SAGARPA. 2009.
- Royo MM, Lafón A. Descripción fisiográfica, diversidad vegetal y vertebrados del rancho experimental La Campana. In: A. Chávez y R. Carrillo (eds.). Rancho Experimental La Campana 50 Años de Investigación y Tránsito de Tecnología en Pastizales y Producción Animal. 1st ed. INIFAP. Chihuahua, México: 2008:9-22.
- SAS. SAS User's Guide: Statistics (version 8 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 1999.
- Steiner JJ, Piccioni E, Falcinelli M, Liston A. Germplasm diversity among cultivars and the NPGS crimson clover collection. *Crop Sci* 1998;38:263-271.
- Willard EE, Schuster JL. An evaluation of an interseeded sideoats gramma stand four years after establishment. *J Range Manag* 1971;24:223-226.

006 ANATOMÍA DE HOJA SENESCENTE DE GENOTIPOS DE *Cenchrus ciliaris*. L.

LEAF ANATOMY SENESCENT GENOTYPES OF *Cenchrus ciliaris*. L.

Silvia Cervantes Sanchez¹, Adrián R. Quero Carrillo¹, Paulino Pérez Rodríguez¹, Hilda Araceli Zavaleta Mancera¹, Alejandrina Robledo Paz¹, Alfonso Hernández Garay¹

¹Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo. Km, 36.5 Carretera México-Texcoco, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. silv_cerv_san@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluaron siete genotipos de *Cenchrus ciliaris* L. resistentes a frío, originarios de zonas altas de África, de la colecta de recursos genéticos de CGIAR-ILCA y Buffel Común, (testigo); los cuales, fueron evaluados, para anatomía foliar, con la finalidad de detectar materiales con mayor calidad a hoja senescente. Nueve macetas por genotipo fueron mantenidas en invernadero en instalaciones del Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, fertilizadas y regadas de forma similar, el desarrollo de hoja se muestreó mediante mediciones cada tercer día. Se colectó material foliar Juvenil (J), 15 (S₁), 35 (S₂) y 45 (S₃) días de post-exposición de lígula, hojas que se analizaron mediante microscopía e integración de imágenes: GIMP 2.8.8 (GNU Image Manipulation Program) e Image Tools. Se determinó el tejido con Alta digestibilidad (floema, mesófilo), tejido mediana digestibilidad (epidermis y vaina del haz vascular) y tejido indigestible (xilema, y fibras de la extensión de la vaina) para hojas con estado de desarrollo (S₁) y el porcentaje de lignina se determinó para los cuatro estados de desarrollo mencionados. Los datos se analizaron ajustándose al modelo MANOVA con dos criterios de clasificación (genotipos y secciones) y comparación de medias de Tukey (P<0.05). Se detectaron diferencias en morfología, los genotipos G-10, G-8 y G-11 mostraron mayor tejido con alta digestibilidad, en comparación al testigo. Teóricamente, G-10, G-11 y G-5 pueden tener comportamiento superior en calidad, al resto de los genotipos a mayor edad de hoja. En cuanto al porcentaje de lignina solo se encontraron diferencias en (J, S₁, S₂) y sin diferencias en S₃.

Palabras clave: estados de desarrollo, anatomía foliar, alta digestibilidad, lignina

ABSTRACT

Seven *Cenchrus ciliaris* L. genotypes resistant to cold, originated from upper parts of Africa, and preserved on the CGIAR-ILRI's genetic resources collection and Common Buffel (control) were evaluated for leaf anatomy, in order to detect structural differences for different senescence levels. Nine pots per genotype were maintained in greenhouse facilities at the Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, fertilized and watered similarly, leaf development was sampled through measurements every other day until the age of interest. Leaf material was collected in stages of development: Youth (J), 15 (S₁), 35 (S₂) and 45 (S₃) days post-exposure of the ligule, leaves were analyzed by microscopy and image integration: GIMP 2.8.8

and Image Tools. Foliar tissue was classified as high digestible (phloem, mesophyll) medium digestibility (epidermis and vascular bundle sheath), and indigestible (xylem fibers and sheath extension) for developing sheets stage (S_1) and percentage of lignin was determined for the four stages mentioned. Data was analyzed through MANOVA based in two criteria (genotypes and sections), and Tukey ($P < 0.05$) for means comparison. Differences in morphology were detected, genotypes G-10, G-8 and G-11 showed higher levels of tissue with high digestibility, compared to the control. Theoretically, G-10, G-11 and G-5 can have superior performance in quality, the other genotypes.

Keywords: stages of development, leaf anatomy, high digestibility, lignin.

INTRODUCCIÓN

Dependiendo de las condiciones ambientales y desarrollo de la pradera, el momento de inicio del pastoreo altera las características del forraje: potencial de rebrote, producción, calidad del forraje y salud de la pradera (Brueland, 2003). Entender la morfología y desarrollo de forrajeras es importante para tomar decisiones de manejo. Las respuestas fisiológicas a defoliación y crecimiento posterior afectan la morfología y desarrollo (Parsons, 1988). La maduración del forraje, relacionada con lignificación de la pared celular, afecta su disponibilidad para el ganado (Minson, 1990). La calidad de forraje se basa en la riqueza en compuestos digeribles fermentables y su consumo por rumiantes (Mott y Moore, 1970). El tejido degradable se correlaciona positivamente con coeficientes de digestibilidad y se asocia negativamente con la rigidez de la pared celular y agregación de lignina (Queiroz *et al.*, 2000). La lignina es un polímero de subunidades aromáticas derivadas de fenilalanina, su síntesis es un proceso bioquímico de formación de fenilpropanoides. En general, esta estructura está constituida por precursores coniferil, sinapil y alcoholes p-cumaril, ensambladas por polimerización dehidrogenativa (Theander y Westerlund, 1993). El valor nutritivo de los forrajes para rumiantes depende de la capacidad de los microorganismos del rumen para degradar la pared celular y la fermentación de carbohidratos disponibles (Akin, 1973). Todos estos procesos responden a factores ambientales como manejo del pastoreo, los cuales afectan la cantidad e impacto de la lignificación (Moore y Jung, 2001). El objetivo del presente trabajo fue revisar la anatomía foliar de ocho genotipos de pasto Buffel a 15 días de post-exposición de lígula (S_1) y determinar porcentaje de lignina en hoja juvenil y en hoja senescente, mediante imágenes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en condiciones de Invernadero y en el Laboratorio de Histoquímica y Microscopia del Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Texcoco, Estado de México ($19^{\circ}29' N$ y $98^{\circ}53' W$; 2250 msnm). Se utilizaron ocho genotipos de Buffel *Cenchrus ciliaris* L., resistentes a frío, originarios de zonas altas de África, de la colecta de recursos genéticos de CGIAR-ILCA incluyendo como testigo Buffel naturalizado (Americano, T-4464, Común). Los pastos se trasplantaron en macetas de polietileno de 30×30 cm (5 L), en suelo arcilloso. Una vez trasplantados, se aplicó riego cada tercer día y se fertilizaron con 1g de triple 17 (NPK) por litro de agua, cada ocho días. Se utilizaron nueve macetas por genotipo y se marcaron cinco macollos individuales (15 tallos por repetición) y éstos fueron identificados con anillo de color, en cada maceta. Se midió cada tercer día la

longitud de hoja, desde punta emergente visible, hasta que ésta alcanzó máxima elongación (lígula expuesta), cada tercer día, con vernier de acero (30 ± 0.01 cm). El muestreo permitió detectar el momento de máxima longitud (lígula visible) de lámina. Posteriormente, conociendo la elongación máxima de hoja, se contaron días Gregorianos para la colecta de material: J, Juvenil, 50% extensión de hoja; S₁, hoja madura, 15 post-exposición de lígula (*pel*); S₂, hoja senescente de 35 d *pel*; S₃, hoja senescente de 45 d *pel*. Se colectaron 3 hojas por genotipo, las muestras se fijaron en formaldehido: ácido acético: agua: etanol al 90% (FAA): 1). Se deshidrataron en series de etanol y xileno, 2). Se infiltraron en parafina, 3). Se hicieron cortes de tejido de 10-15µm en micrótopo y 4). Se montaron en portaobjetos y se tiñeron con safranina O y verde rápido (Johansen, 1940). Las muestras se observaron en microscopio óptico (20x), se tomaron imágenes de la región central, lateral y marginal de la hoja (Motic Cam 2.5 megapíxeles, con dimensiones 1600×1200). Se calculó la proporción de tejido de hoja para S₁. Los tejidos se dividieron de acuerdo a su digestibilidad potencial: 1). Alta Digestibilidad (AD): mesófilo y floema, 2). Mediana digestibilidad (MD): vaina del haz y epidermis y 3). Indigestible (ND): xilema, fibras de extensión de la vaina y fibras marginales. Se seccionaron áreas de tejido de interés de imágenes, con GIMP 2.8.8 (GNU Image Manipulation Program, <http://www.gimp.org>). Una vez que se obtuvieron imágenes segmentadas, se estimó el área (Image Tools). Para determinar el porcentaje de lignina de hojas de (J, S₁, S₂ y S₃) se calcularon áreas con GIMP 2.8.8 e Image Tools (<http://sourceforge.net/projects/imagetoolsnet/>). Los datos se ajustaron al modelo MANOVA con dos criterios de clasificación (genotipos y secciones; SAS 9.1-Windows), usando la rutina GLM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para área total de hoja no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en la región central (Cuadro 1) y lateral (Cuadro 2); pero sí, diferencias para la región marginal ($P < 0.05$), para mesófilo, se encontraron diferencias ($P < 0.005$) en región central y lateral y sin diferencias en marginal (Cuadro 3). Para floema y epidermis no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre regiones de hoja. No se encontraron diferencias para vaina del haz en la región central y lateral; ($P > 0.05$).

Cuadro 1. Área (%) de tejidos constituyentes de hoja de Buffel. Región central.

Genotipo	Área total µm ²	A. Digestibilidad		M. Digestibilidad		Indigestible	
		Mesófilo	Floema	Epidermis	V. del haz	Xilema	F. ext. vaina
		Porcentaje (%)					
11	1230642 ^a	71.5 ^{ab}	2.0 ^a	8.7 ^a	7.7 ^a	6.2 ^{bc}	4.0 ^a
10	1344640 ^a	74.5 ^a	2.0 ^a	7.9 ^a	6.6 ^a	5.7 ^{bc}	3.3 ^a
8	1570736 ^a	62.0 ^{ab}	2.0 ^a	10.9 ^a	14.6 ^a	7.2 ^{ab}	3.3 ^a
7	1309857 ^a	66.6 ^{ab}	2.6 ^a	8.6 ^a	7.9 ^a	9.6 ^{abc}	4.7 ^a
5	1342979 ^a	60.9 ^{ab}	2.1 ^a	18.2 ^a	8.1 ^a	6.7 ^{ab}	4.1 ^a
3	1281482 ^a	63.2 ^{ab}	2.5 ^a	9.8 ^a	10.8 ^a	9.2 ^{ab}	4.6 ^a
1	1766485 ^a	47.4 ^{ab}	1.9 ^a	33.2 ^a	7.7 ^a	6.7 ^a	3.0 ^a
BC	1047539 ^a	50.2 ^b	2.0 ^a	26.9 ^a	11.8 ^a	5.5 ^c	3.5 ^a

Letras diferentes dentro de columna son estadísticamente significativas (Tukey 0.05)

En la región marginal, se encontraron diferencias para xilema ($P < 0.05$), para fibras de extensión de la vaina, solo se encontraron diferencias en región lateral de la hoja. El área total se tomó como base (100%), para definir porcentajes y proporciones de tejido AD, MD y ND.

Cuadro 2. Área (%) de tejidos constituyentes de hoja de Buffel. Región lateral.

Genotipo	Área total μm^2	A. Digestibilidad		M. Digestibilidad		Indigestible	
		Mesófilo	Floema	Epidermis	V. del haz	Xilema	F. ext. vaina
11	1078431 ^{ab}	50.2 ^{ab}	2.5 ^a	23.8 ^a	13.3 ^a	7.3 ^{cd}	3.1 ^{ab}
10	1141339 ^{ab}	48.3 ^{ab}	2.5 ^a	27.5 ^a	12.2 ^a	7.0 ^{cd}	2.6 ^{ab}
8	1185516 ^{ab}	44.1 ^{ab}	2.3 ^a	23.6 ^a	19.0 ^a	7.6 ^{bc}	3.5 ^a
7	1303766 ^a	49.1 ^a	2.6 ^a	20.1 ^a	15.2 ^a	9.4 ^{ab}	3.7 ^a
5	1010838 ^{ab}	45.2 ^{ab}	2.8 ^a	30.4 ^a	12.4 ^a	6.8 ^{cd}	2.4 ^{ab}
3	1153881 ^{ab}	48.3 ^{ab}	2.5 ^a	22.3 ^a	16.1 ^a	8.1 ^{abc}	2.8 ^{ab}
1	937744 ^{ab}	32.7 ^b	3.2 ^a	24.1 ^a	23.4 ^a	13.2 ^a	3.4 ^{ab}
BC	808212 ^b	41.2 ^b	2.0 ^a	36.5 ^a	13.0 ^a	6.1 ^d	1.3 ^b

Letras diferentes dentro de columna son estadísticamente significativas (Tukey 0.05)

Cuadro 3. Área (%) de tejidos constituyentes de hoja de Buffel. Región marginal.

Genotipo	Área total μm^2	A. Digestibilidad		M. Digestibilidad		Indigestible	
		Mesófilo	Floema	Epidermis	V. del haz	Xilema	F. ext. Vaina
11	559867 ^a	50.6 ^a	2.5 ^a	26.4 ^a	13.6 ^{ab}	4.6 ^a	1.2 ^a
10	633981 ^a	46.8 ^a	1.8 ^a	32.4 ^a	10.8 ^b	4.3 ^a	2.5 ^a
8	838014 ^a	41.9 ^a	1.4 ^a	38.1 ^a	13.1 ^{ab}	3.2 ^a	2.0 ^a
7	684685 ^a	45.8 ^a	1.4 ^a	32.6 ^a	12.8 ^{ab}	3.4 ^a	3.0 ^a
5	499342 ^a	45.5 ^a	2.1 ^a	30.6 ^a	12.4 ^b	3.9 ^a	4.6 ^a
3	804935 ^a	44.6 ^a	2.0 ^a	30.7 ^a	15.1 ^{ab}	4.5 ^a	2.0 ^a
1	790528 ^a	47.5 ^a	1.9 ^a	27.4 ^a	16.9 ^a	4.0 ^a	1.1 ^a
BC	476578 ^a	42.5 ^a	1.2 ^a	38.8 ^a	16.9 ^b	2.6 ^a	0.7 ^a

Letras diferentes dentro de columna son estadísticamente significativas (Tukey 0.05)

En tejido AD, el mesófilo constituyó entre 31-75% y el floema 1-3%. Para MD, en la epidermis existe una proporción de 7-39%, la vaina del haz de 7-24% y, para Tejido ND, el xilema de 2-13.5% y las fibras de la extensión de la vaina de 0.5 a 5% (Cuadro 1; Cuadro 2; Cuadro 3). Finalmente, la mayor proporción de tejido AD ocurrió en G10 y G11 y con menor AD fueron G1 y GBC; en MD, fueron mínimas las diferencias, y para ND con mayor porcentaje G7, G3, G8 y G5 y el genotipo con menor porcentaje G11, GBC y G1. Existe amplia diversidad para seleccionar por estructura de hoja, para mayor digestibilidad teórica del forraje. Se observaron diferencias en área lignificada en hoja con estado de desarrollo J, S₁, y S₂ ($P < 0.05$) y no en S₃. (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

Se observaron diferencias en porcentajes de las diferentes áreas AD, MD Y ND, en los ocho genotipos. Para AD los genotipos sobresalientes incluyeron 10 y 11, con respecto al testigo. Los genotipos 10 y 11 podrían ser una opción para producir forraje de calidad ya que tiene mayor proporción de tejido de Alta Digestibilidad. Los genotipos 10 y 8 muestran un menor promedio de lignina presente durante la senescencia muestreada, combinada con tolerancia a frío, contrariamente al genotipo común, que mostró el menor promedio de lignina en hoja senescente para las edades de hoja consideradas.

Cuadro 4. Porcentaje de lignina en hoja de cuatro estados de desarrollo, en genotipos de Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.).

Genotipos	Estados de desarrollo				Promedio hoja senescente (S ₁ +S ₂ +S ₃)
	J	S ₁	S ₂	S ₃	
11	0.16 ^{abc}	0.22 ^{abc}	0.58 ^{ab}	0.69 ^a	0.50
10	0.11 ^c	0.14 ^c	0.55 ^{ab}	0.67 ^a	0.45
8	0.16 ^{abc}	0.22 ^{abc}	0.53 ^{ab}	0.59 ^a	0.45
7	0.23 ^a	0.38 ^a	0.60 ^a	0.56 ^a	0.51
5	0.16 ^{abc}	0.33 ^{ab}	0.54 ^{ab}	0.60 ^a	0.49
3	0.21 ^{ab}	0.30 ^{ab}	0.52 ^{ab}	0.64 ^a	0.49
1	0.12 ^c	0.20 ^{bc}	0.61 ^{ab}	0.62 ^a	0.48
BC	0.13 ^{bc}	0.27 ^{abc}	0.46 ^b	0.60 ^a	0.44

J=Juvenil, 50% extensión de hoja; S₁=hoja madura, 15d post-exposición de lígula (*pel*); S₂=hoja senescente de 35d *pel*; S₃= hoja senescente de 45 d *pel*. Letras diferentes dentro de columna son estadísticamente significativas (Tukey0.05).

Agradecimientos. A las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su apoyo para la consolidación del presente trabajo.

LITERATURA CITADA.

- Akin DE, Ljungdahl LG, Wilson JR, Harris PJ. Microbial and plant opportunities to improve lignocellulose utilization by ruminants. Elsevier Science Ltd. NY, USA 1990; pp. 100
- Brueland BA, Harmony KR, Moore KJ, George JR, Brummer EC. Developmental morphology of smooth brome grass growth following spring grazing Crop Sci 2003; 43: 1789-1796
- Minson DJ. Forage in Ruminant Nutrition. Acad. Press. NY 1990; pp 170-176.
- Moore KJ, Jung HJ. Lignin and fiber digestion. J Range Manage 2001; 54: 420-430.
- Mott GO, Moore JE. Forage evaluation techniques in perspective. *In*: W Fahey (ed.) National Conference on Forage Evaluation and Utilization, Nebraska Center of Continuing Education. Lincoln, Nebraska, 1970. pp. 1-10
- Parsons AJ. The effects of season and management on the growth of grass swards *In*: MB Jones and A Lazenby (eds.), The grass crop: The physiological basis of production. Chapman and Hall, New York 1988 pp. 163
- Queiroz DS, Gomide JA, Maria J. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 2. Anatomia. R. Bras. Zootec 2000.29: 61-68

Theander O, Westerlund E. Quantitative analysis of cell wall components. Cell Wall Structure and Digestibility. Swedish University of Agricultural Sciences 1993. Uppsala, Sweden. pp 84.

007 PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS EN HOJA SENESCENTE DE GENOTIPOS DE *Cenchrus ciliaris* L.

PHOTOSYNTHETIC PIGMENT LEAF SENESCENT GENOTYPES OF *Cenchrus ciliaris* L.

Silvia Cervantes Sanchez¹, Adrián R. Quero Carrillo¹, Paulino Pérez Rodríguez¹, Hilda Araceli Zavaleta Mancera¹, Alejandrina Robledo Paz¹, Alfonso Hernández Garay¹

¹Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería, Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo. Km, 36.5 Carretera México-Texcoco, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. silv_cerv_san@hotmail.com

RESUMEN

El Pasto Buffel *Cenchrus ciliaris* L. es ampliamente reconocido por su resistencia a sequía y propagación en zonas semiáridas. En dichas regiones de México, el pastoreo no se puede realizar de forma ecológicamente eficiente (pastoreos programados a 95% de interceptación luminosa), debido a varias razones: baja cobertura vegetal, tamaño de potreros e infraestructura requerida. Siete genotipos tolerantes a frío, originarios de zonas altas de África, de recursos genéticos resguardados en CGIAR-ILCA (Addis Ababa, Etiopía) fueron evaluados a diferente edad de senescencia para concentración de pigmentos fotosintéticos, en comparación con Buffel común (testigo); lo anterior, con la finalidad de detectar materiales con buena calidad de forraje, en hoja senescente. Nueve macetas por genotipo fueron mantenidas en invernadero en instalaciones del Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, fertilizadas y regadas de forma similar. El desarrollo de hoja se muestreó mediante mediciones cada tercer día. Se colectó material foliar a cuatro edades: Juvenil (J), 15 (S₁), 35 (S₂) y 45 (S₃) días de post-exposición de lígula. El contenido de pigmentos fotosintéticos se determinó a 470, 649 y 665 nm, mediante espectrofotometría. Los datos se analizaron acorde al modelo estadístico de distribución de las variables de respuesta, en caso necesario, los datos se transformaron para normalidad, la comparación de medias se realizó con Tukey (P<0.05). Los genotipos G11 y G10 mostraron mayor concentración de clorofila *a*, *b* y *a+b*. La edad de hoja influencia la actividad fotosintética y la calidad del forraje. Los genotipos G10, G11 pueden tener, teóricamente, comportamiento superior en calidad de hoja senescente, al resto de los genotipos, aunado a mayor resistencia a bajas temperaturas, en comparación con el testigo.

Palabras clave: edad de senescencia, pigmentos fotosintéticos

ABSTRACT

Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) is widely recognized for its drought resistance and propagation in semi-arid areas. In those regions of Mexico, grazing cannot be performed in an environmentally efficient form (grazing programmed to 95% light interception), due to several reasons: low plant cover, size of paddocks required infrastructure. Seven cold tolerant ecotypes, native to upland African, genetic resources safeguarded on-CGIAR ILCA (Addis Ababa, Ethiopia) were evaluated

for different leaf senescent age for photosynthetic pigment concentration, compared with common Buffel (as placebo), in order to detect material quality forage for better leaf digestibility levels. Nine pots per genotype were maintained in greenhouse facilities of the Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, fertilized and watered similarly. Leaf development (blade) was determined by measurements sampled every third day. Leaf material was collected to four developmental ages: Youth (J), 15 (S₁), 35 (S₂) and 45 (S₃) days post-exposure of ligule. The photosynthetic pigment content was determined at 470, 649 and 665 nm (wave longitude) using spectrophotometry. Data was analyzed using statistical models according to the distribution model observed for response variables; in such a case it was necessary, data was transformed to normality, and means comparison by Tukey (P <0.05). The G11 and G10 genotypes showed higher concentration of chlorophyll *a*, *b* and *a* + *b*. Age is a factor that influences photosynthetic activity and forage quality. The genotypes G10, G11 may be (thoretically) superior in quality in comparison to other genotypes coupled with increased resistance to cold temperatures compared to the control.

Keywords: age of senescence, photosynthetic pigments.

INTRODUCCIÓN

Durante la senescencia de hoja, la degradación de clorofila en respuesta a la muerte programada, estrés biótico y abiótico, se inicia rápidamente, influyendo las rutas metabólicas (Barry *et al.*, 2008; Hörtensteiner, 2006; Ren *et al.*, 2010; Schelbert *et al.*, 2009; Wei *et al.*, 2011). La clorofilasa cataliza la conversión de clorofila a fitol y actúa preferentemente sobre la clorofila *a*; sin embargo, acepta como sustrato a la Clorofila *b* y feofitinas (Hörtensteiner, 2006). La regulación de la vía de degradación de clorofila es, en gran parte, desconocida (Wei *et al.*, 2011). La clorofila *a*, *b* y las concentraciones de carotenoides se correlacionan con el potencial fotosintético de una planta y dan indicación del estado fisiológico (actividad) de ésta (Danks *et al.*, 1983; Gamon y Surfus, 1999; Young y Britton, 1990). Las estimaciones de concentración de pigmentos son informativas de la dinámica espacial y temporal de las plantas ante el estrés (Filella *et al.*, 1995; Schepers *et al.*, 1996). Existen múltiples rutas metabólicas que responden tanto al ambiente como autónomas de están posiblemente interconectados para conformar una red regulatoria. El objetivo de este trabajo fue evaluar la concentración de pigmentos fotosintéticos en hojas a 4 edades de desarrollo (J, S₁, S₂ y S₃) y diferenciar materiales (hoja) con actividad fotosintética a estados avanzados de senescencia en pasto Buffel.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en invernadero y en el Laboratorio de Histoquímica del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México: 19°29' N y 98°53' W a 2250 msnm. Se utilizaron ocho genotipos de Buffel *Cenchrus ciliaris* L., genotipos tolerantes a frío, originarios de zonas altas de África, de recursos genéticos resguardados en CGIAR-ILCA (Addis Abbeba, Etiopía) incluyendo como testigo Buffel naturalizado (Americano, T-4464, Común). Los pastos se trasplantaron en macetas de 30×30cm (5 L), con suelo arcilloso esterilizado a vapor. Los macollos establecidos se manejaron bajo riego cada

tercer día y se fertilizaron con 1g de triple 17 (NPK) por L de agua, cada ocho días. Se utilizaron nueve macetas por genotipo, en cada maceta se marcaron cinco macollos individuales (15 tallos por repetición), identificados con anillo plástico. Se midió cada tercer día, longitud de hoja, desde punta emergente visible, hasta que ésta alcanzó máxima elongación (lígula expuesta), con vernier de acero (30 ± 0.01 cm). Conociendo la elongación máxima de hoja, se contaron días Gregorianos para la recolecta de material testigo y senescente de hoja: J, Juvenil, 50% extensión de hoja; S₁, hoja madura, 15 post-exposición de lígula (*pel*); S₂, hoja senescente de 35 d *pel*; S₃, hoja senescente de 45 d *pel*. Se colectaron tres hojas por genotipo para cada estado de desarrollo de hoja; posteriormente, éstas se fragmentaron, se registró peso fresco por muestra y se maceraron en mortero con N líquido. Cada muestra se colocó en tubo de ensayo con 5ml de etanol (96%) y se centrifugó 5 min. Se tomó una alícuota de 0.5ml de sobrenadante y se colocó en celda de cuarzo para medir absorbancia (espectrofotómetro Thermo Genesys 10w), utilizando etanol al 96% como control, las longitudes de onda utilizadas incluyeron 470, 649 y 665nm. La absorbancia para cada longitud de onda se utilizó para calcular la concentración de tipo de clorofila: *a*, *b*, xantofilas y carotenoides (Lichtenthaler y Wellburn, 1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al aumentar la edad de hoja se pudo documentar la degradación de pigmentos fotosintéticos, se encontraron diferencias para clorofila *a* ($P < 0.05$), mostrando variabilidad para las edades evaluadas post-senesescencia. Los de mayor concentración de clorofila *a*, para las cuatro edades fueron G-10, G-11 y BC (Fig. 1). A 35 días *pel* G5, BC y G-10 fueron similares entre ellos ($P > 0.05$) y diferentes al resto de genotipos ($P < 0.05$), mostrando mayor contenido de clorofila *a*; a 45 días, los genotipos con mayor contenido de clorofila *a* fueron G-10 y G-11 ($P < 0.05$), los cuales son valiosos para menor reducción en contenido de clorofila *a* durante el periodo de estudio. Para Clorofila *b*, los genotipos con mayor contenido incluyen G-11 G-10 y BC, respectivamente (Fig. 2). El contenido de clorofila *a* y *b* indican la capacidad fotosintética de las plantas superiores, ya que representa una medida de del sistema fotosintético y de su eficiencia (Huang *et al.*, 2004).

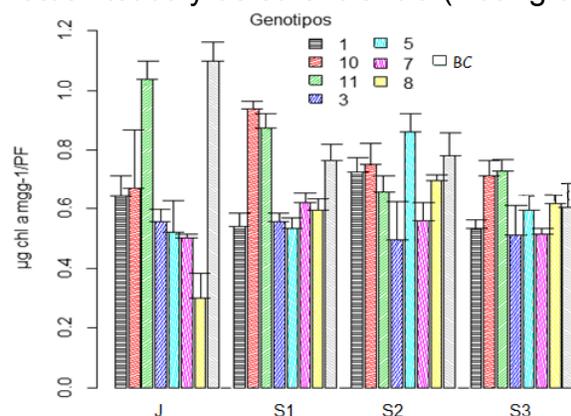


Figura 1. Contenido de clorofila *a*

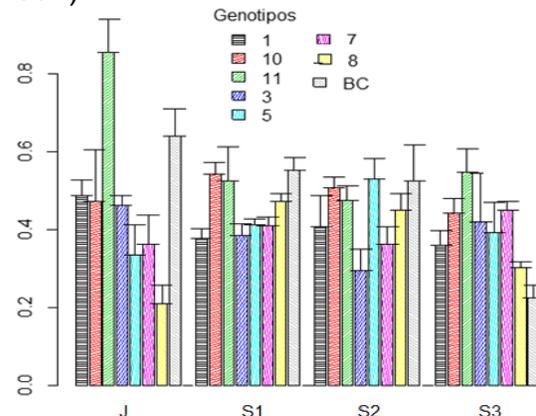


Figura 2. Contenido de clorofila *b*

Se evaluaron cuatro estados de desarrollo de hoja, ocho genotipos de *Buffel Cenchrus ciliaris* L. J=Juvenil, 50% extensión de hoja; S₁=hoja madura, 15 post-exposición de ligula (*pel*) S₂=hoja senescente de 35d *pel* S₃= hoja senescente de 45d *pel*.

Para clorofila total (*a+b*), se observaron diferencias ($P < 0.05$), en J, S₁ y S₂ para estado de hoja y genotipo y no se encontraron diferencias para S₃ ($P > 0.05$; Fig. 3). Los genotipos con mayor concentración durante las cuatro edades incluyeron G-11, G-10 y BC. La suma de clorofilas tuvo el mismo patrón. No se observó significancia para xantofilas y carotenoides ($P > 0.05$; Fig. 4.). Los carotenoides son componentes integrales de la membrana tilacoide y están asociados a muchas proteínas del aparato fotosintético y su función principal es proteger a éste durante las fluctuaciones de energía luminosa (Young y Britton, 1990).

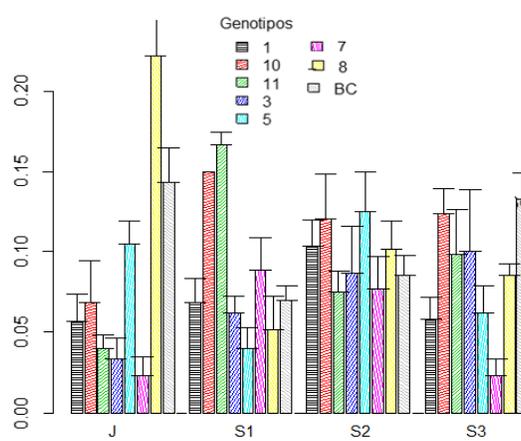
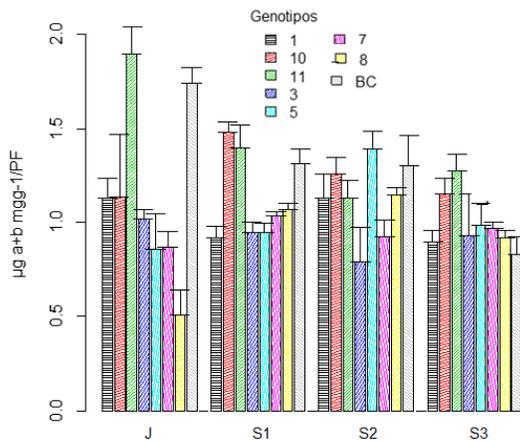


Figura 3. Contenido de clorofila *a+b*

Figura 4. Carotenoides + xantofilas

Se evaluaron cuatro estados de desarrollo de hoja, ocho genotipos de *Buffel Cenchrus ciliaris* L. J=Juvenil, 50% extensión de hoja; S₁=hoja madura, 15 post-exposición de ligula (*pel*) S₂=hoja senescente de 35d *pel* S₃= hoja senescente de 45d *pel*.

CONCLUSIONES

Se observaron diferencias en contenido de clorofila *a*, *b* y *a+b*. Para carotenoides y xantofilas no se encontraron diferencias. Los genotipos con mayor contenido de clorofila *a*, *b* *a+b* fueron 10 y 11 con respecto al testigo BC, lo cual indica que estos genotipos mantienen actividad fotosintética durante la senescencia y poseen teóricamente, mayor potencial de digestibilidad de hoja. Los genotipos 10 y 11 podrían ser una opción para producir forraje de calidad.

Agradecimientos. Se agradece a las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su apoyo para la consolidación del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

Barry CS, McQuinn RP, Chung MY, Besuden A, Giovannoni JJ. Amino acid substitutions in homologs of the STAYGREEN protein are responsible for

- the green-flesh and mutations of tomato and pepper. *Plant Physiol* 2008;147: 179–187.
- Danks SM, Evans EH, Whittaker PA. *Photosynthetic Systems. Structure, Function and Assembly*. John Wiley & Sons. Ltd. NY, USA 1st Ed. 1983. 174p.
- Filella IL, Serrano J, Serra Penuelas J. Evaluating wheat nitrogen status with canopy reflectance indices and discriminant analysis. *Crop Sci* 1995; 35: 1400-1405.
- Gamon JA, Surfus JS. Assessing leaf pigment content and activity with a reflectometer. *New Phytologist* 1999; 143: 105-117.
- Hörtentsteiner S, Chlorophyll degradation during senescence. *Annu. Rev. Plant Biol* 2006; 57: 55-77.
- Huang XD, Alawi YE, Glick BR, Greenberg BM. Responses of three grass species to creosote during phytoremediation. *Environmental Pollution*. 2004.130:453.
- Lichtenthaler HK, Wellburnt AR. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochem. Soc. Transact* 1983; 11: 591-592.
- Ren G, Zhou Q, Wu S, Zhang Y, Zhang L, Huang J, Sun Z, Kuai B. Reverse genetic identification of CRN1 and its distinctive role in chlorophyll degradation in *Arabidopsis*. *J Integr. Plant Biol* 2010; 52: 496–504.
- Schelbert S, Aubry S, Burla B, Agne B, Kessler F, Krupinska K, Hortensteiner S. Pheophytin pheophorbide hydrolase (pheophytinase) is involved in chlorophyll breakdown during leaf senescence in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 2009; 21: 767–785.
- Schepers JS, Blackmer TM, Wilhelm WW, Resende M. Transmittance and reflectance measurement of corn leaves from plants with different nitrogen and water supply. *J. Plant Physiol* 1996; 148: 523-529.
- Wei Q, Guo Y, Kuai B. Isolation and characterization of a chlorophyll degradation regulatory gene from tall fescue. *Plant Cell Rep* 1996; 30: 1201–1207.
- Young A, Britton G. Carotenoids and stress. *In*: RG Alscher and JR Coming (eds) *Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms*. *Plant Biol* 1990; 12: 87-112.

008 EFECTO DEL ESTRÉS HIDRICO EN ZACATE GIGANTE (*Leptochloa dubia*) Y BUFFEL (*Pennisetum ciliare*)

EFFECT OF WATER STRESS ON GREEN SPRANGLETOP GRASS(*Leptochloa dubia*) AND BUFFEL GRASS (*Pennisetum ciliare*)

Bianca Nereida Romero Alvarado¹, Carlos Raúl Morales Nieto², Carlos Rene Lara Macias³ Nelson Aguilar Palma², Edith Sáenz Flores⁴

¹Alumno de Licenciatura de la Facultad de Zootecnia y Ecología. ²Maestro investigador de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. ³Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Alumno de Maestría de la Facultad de Zootecnia y Ecología⁴. Km 1 Perif. Fco. R. Almada Chihuahua, Chih. México C.P. 31453 Fax. (614) 434 0345 biancahola@hotmail.com

RESUMEN

El experimento se llevó a cabo bajo condiciones controladas de germinadora en el laboratorio de parámetros ambientales de la Facultad de Zootecnia y Ecología (FZyE) de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), ubicada en el km 1 sobre el periférico Fco. R. Almada. El objetivo de este trabajo fue evaluar el establecimiento simulando condiciones de sequía *in vitro* en zacate gigante y zacate buffel utilizando diferentes presiones osmóticas para estimar resistencia a la sequía. Fueron seleccionados 800 cariósidos de semillas por especie, usando 32 cajas Petri de 90mm con una capa de algodón y papel filtro 3MM, depositando 50 semillas por caja, se humedecieron con 25 ml de solución, con cuatro repeticiones por tratamiento y especie, colocándolas en una cámara de germinación ($25 \pm 2^\circ\text{C}$). Los tratamientos de estrés hídrico evaluados fueron 0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 MPa con 0, 51.77, 103.54 y 155.32 gramos de manitol, respectivamente, en un litro de agua destilada. Se tomaron en cuenta semillas germinadas mayores a >5 mm de longitud de radícula o plúmula. La variable evaluada fue semillas germinadas, realizando a los datos un análisis de varianza, y comparación de medias con la prueba de Tukey, con α de 0.1. Las medias de germinación oscilaron entre 28.5 semillas para gigante y 4.1 semillas para buffel. La aplicación de diferentes presiones osmóticas mostró que el zacate gigante es más resistente a condiciones de sequía dando mayor número de semillas germinadas en comparación con el zacate buffel, el cual ante las pruebas realizadas fue menos resistente.

Palabras clave: germinación, semilla, *in vitro*, sequía.

ABSTRACT

The experiment was conducted under controlled conditions in the germination laboratory of environmental parameters, Faculty of Animal Science and Ecology (FZyE) of the Autonomous University of Chihuahua (UACH), located at km 1 on the peripheral Fco. R. Almada. The aim of this study was to evaluate the establishment of *in vitro* conditions simulating drought in green sprangletop grass and buffelgrass using different

osmotic pressures to estimate drought resistance. They were selected 800 caryopses of seeds per species, using 32 Petri dishes 90mm with a layer of cotton and filter paper 3MM, placing 50 seeds per box were wetted with 25 ml of solution, with four replicates per treatment and species, placing them in a germination chamber (25 ± 2 ° C). The treatments evaluated were 0.0 water stress, -0.7, -1.4 and -2.1 MPa with 0, 51.77, 103.54 and 155.32 grams of mannitol, respectively, in one liter of distilled water. Were taken into account older sprouts > 5 mm in length radicle or plumule.). The variable was assessed Sprout, performing data analysis of variance and comparison of means with the Tukey test, with alpha of 0.1. Mean seed germination ranged from 28.5 to 4.1 seeds for green sprangletop and buffel. The application of different osmotic pressures green sprangletop grass showed that is more resistant to drought conditions giving greater number of germinated seeds compared buffelgrass which before tests were less resistant.

Keywords: germination, seed, in vitro, drought.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se han suscitado grandes cambios en los ecosistemas debido al cambio climático, la presencia humana y demás factores. Los pastizales no están exentos de este problema, debido al sobrepastoreo, cambios de uso de suelo, el régimen de precipitación escasa entre otros factores (Pinedo *et al.*, 2013), actualmente los pastizales presentan un gran deterioro, disminución tanto en la cobertura vegetal como en la diversidad de especies forrajeras, además extensiones de suelo desnudo (Melgoza *et al.*, 1998). Una solución a corto plazo es la resiembra de pastizales, pero esta alternativa es un poco incierta, ya que los elevados costos y además que el comportamiento de los pastos ante una sequía y demás factores no sean los esperados, por lo tanto se condiciona demasiado la aplicación de esta (Morales *et al.*, 2010). Por lo tanto es de gran importancia generar información sobre el comportamiento de los pastos ante el déficit de agua en su entorno. El zacate gigante es una planta nativa de México, este es un recurso forrajero de importancia para el ganado por el valor nutritivo; esta especie se encuentra ampliamente distribuida en el estado de Chihuahua, tanto en zonas de matorrales xerófitos, pastizales de los valles centrales y zonas boscosas, lo cual muestra el amplio rango de adaptación que tiene a diversos factores ambientales que pueden dar lugar a eco tipos sobresalientes (Morales *et al.*, 2013). El zacate buffel es tolerante a períodos prolongados de sequía, buena facilidad de establecimiento, alta productividad de biomasa, buena calidad forrajera y alta tolerancia o respuesta al pastoreo (Ramírez *et al.*, 2011 y Hanselka *et al.*, 2004). Las plantas, a lo largo de su vida, se ven sometidas a un gran número de condiciones ambientales adversas, como el déficit de agua en su entorno (Pérez *et al.*, 1990). Debido a lo anterior es de gran importancia realizar investigaciones que guíen hacia la selección de especies forrajeras para la aplicación en la resiembra de pastizales. El objetivo de este trabajo fue evaluar el establecimiento simulando condiciones de sequía *in vitro* en zacate gigante y zacate buffel utilizando diferentes presiones osmóticas para estimar resistencia a la sequía.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo bajo condiciones controladas de germinadora en el laboratorio de parámetros ambientales de la Facultad de Zootecnia y Ecología (FZyE) de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), ubicada en el km 1 sobre el periférico Fco. R. Almada. Se evaluó la reacción de germinación de zacate gigante (*Leptochloa dubia*) y zacate buffel (*Pennisetum ciliare*) sometidas a diferentes niveles osmóticos, utilizando manitol como agente osmótico y solamente el cariósido de las semillas. Para extraer los cariósidos de las semilla se utilizó una licuadora marca ozteriser en la velocidad más baja, a intervalos de corta duración (5 segundos). Posteriormente, se seleccionaron 800 cariósidos de cada especie. Los tratamientos de estrés hídrico evaluados fueron 0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 MPa. Se utilizaron cajas Petri de 90 mm, provistas de una capa de algodón y papel filtro 3MM, etiquetadas con la especie, nivel de estrés y repetición correspondiente. Finalmente, sobre el papel filtro se depositaron las 50 semillas y se humedecieron con 25 ml de la solución correspondiente, con cuatro repeticiones para cada tratamiento y cada especie. Las cajas Petri se colocaron en una cámara de germinación a 25 ± 2 °C. Se realizaron conteos diarios a partir del segundo día de siembra durante 15 días, estableciendo como criterio las semillas germinadas con un tamaño mayor a 5 mm de longitud de radícula o plúmula. Los datos se registraron en bitácoras. Los tratamientos de estrés hídrico evaluados fueron 0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 Mpa, con 0, 51.77, 103.54 y 155.32 gramos de manitol, respectivamente, en un litro de agua destilada cada una. Las concentraciones de manitol fueron calculadas de acuerdo a su peso molecular (182.17 g/mol) a partir de la ecuación propuesta por Vant'Hoff, utilizada por Ruiz (2013) con la siguiente fórmula: $\Psi\pi = -CiRT$ Dónde: $\Psi\pi$ = potencial osmótico C = concentración de la solución, expresada como molaridad (moles de soluto por Kg de agua) i = constante para la ionización del soluto R = constante de los gases (0,00831 Kg.MPa.mol⁻¹.K⁻¹) 1 Mol de manitol = -2.463 MPa. Se evaluó la variable porcentaje (%) de germinación, utilizando para el análisis de los datos el procedimiento GLM de MINITAB, se realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey para la comparación de medias de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

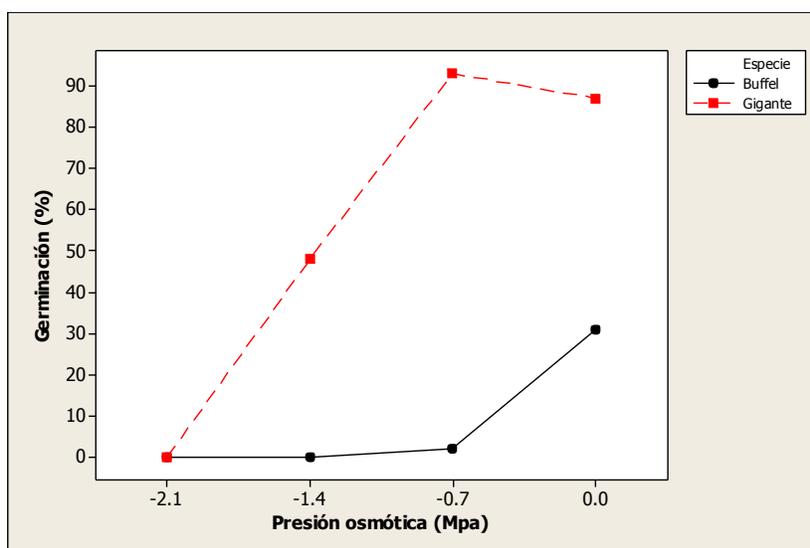
Al cotejar las medias de semilla germinada con la prueba de tukey en zacate gigante estadísticamente son iguales las presiones osmóticas 0.0 y -0.7, de igual modo en zacate buffel son estadísticamente iguales las presiones -0.7, -1.4 y -2.1, estadísticamente son diferentes en zacate gigante las presiones -1.4 y -2.1 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cotejo de las medias de los diferentes niveles de presión osmótica MPa para germinación de semilla gigante y buffel, utilizando la Prueba de Tukey

MPa	Gigante	Buffel
	Media y Error estándar	Media y Error estándar
0	43.5 a	15.5 a
-0.7	46.5 a	1.0 b
-1.4	24.0 b ±2.64	00.0 b ±1.80
-2.1	00.0 c	00.0 b

En la gráfica 1 se muestran los porcentajes de germinación de semilla para los diferentes niveles de presión osmóticas utilizadas para la especie nativa e introducida, la especie nativa en el tratamiento -2.1 Mpa muestra un 0% de germinación en sus semillas y en cuanto en la introducida da el 0% tanto en el tratamiento -2.1 y -1.4 Mpa, en cuanto al zacate navajita en el tratamiento -1.4 Mpa tuvo un 48% de germinación, en zacate buffel en presión osmótica -0.7 y 0.0 arrojaron un 2% y 31% y en gigante un 93% y 87% respectivamente. Sin depender de la especie, conforme disminuyó la presión osmótica el porcentaje de germinación decayó notablemente también (Ruiz *et al.*, 2012).

Grafica 1. Conducta de germinación del zacate gigante y zacate buffel, sometidos a diferentes niveles de presión osmótica Mpa.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El uso de diferentes niveles de presión osmótica da a conocer que hay una influencia en ambas especies respecto al porcentaje de semilla germinada, la semilla de gigante (nativa) presentó mayor resistencia al estrés hídrico dando como resultado mayor número de semillas germinadas. Por lo anterior es de vital importancia continuar con la evaluación a especies forrajeras para tener éxito en programas de recuperación de pastizales.

LITERATURA CITADA

- 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
- 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. 1-23.
- Morales, C., & al, e. (2013). *Carecterización morfológica y molecular de Leptochloa* . Recuperado el 20 de 09 de 2013, de <http://www.herbario.encb.ipn.mx/pb/pdf/pb36/lept.pdf>
- Morales, N.C.R., M.H., Royo, C.R. Lara. 2010. Guía técnica para la producción y cosecha de semilla de pastos nativos en Chihuahua. Folleto Técnico No. 27. S.E. Campana-Madera. INIFAP-SAGARPA. 34 p.
- PÉREZ-MOLPHE, B.E. y A.N. OCHOA: "Respuesta de las plantas al déficit hídrico, Ciencia, 1990, pp. 333-344
- Pinedo, A.C., Q.N.S. Hernández, C.A Melgoza, V.M. Rentería, S.V.C. Vélez, N.C. Morales, R.M. Quintana, E.E. Santellano y E.Esparza. 2013. Diagnóstico Actual Y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático. Cuerpo Académico de Recursos Naturales y Ecología (UACH-CA16). Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Mex.
- 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.

009 ESTRATEGIAS DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PLANTAS NATIVAS CON DOS NIVELES DE HUMEDAD

GERMINATION STRATEGIES OF NATIVE PLANTS SEED UNDER TWO MOISTURE LEVELS

David Prado¹, Otilia Rivero², Carlos Morales², Federico Villarreal² y Alicia Melgoza²

¹Estudiante de Maestría, ²Maestros de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología, Departamento de Recursos Naturales y Ecología, Periférico Fco. R. Almada, Km1, Zootecnia, 31410, Chihuahua, Chihuahua, México, Tel 52-614-196-7266.

RESUMEN

La propagación de plantas nativas es una práctica importante en la restauración de ecosistemas degradados. El objetivo del presente trabajo fue determinar la germinación en 14 especies de plantas bajo dos niveles de humedad. En invernadero se sembraron 14 diferentes especies: *Zinnia grandiflora*, *Plantago patagonica*, *Lantana macropoda*, *Agave americana*, *Agave lechuguilla*, *Yucca elata*, *Menodora scabra*, *Acacia berlandieri*, *Tecoma stans*, *Viguiera cordifolia*, *Rhus microphylla*, *Brickellia cylindracea*, *Baccharis salicifolia* y *Eupatorium odoratum*. Se utilizaron 2 tipos de tratamientos uno a capacidad de campo y el riego según el patrón de precipitación típico para el estado de Chihuahua. Los resultados obtenidos fueron que de las 14 especies 10 fueron las que germinaron pero de estas solo cuatro especies tuvieron diferencia significativa ($P \leq 0.05$) que fueron: *Tecoma*, *Zinnia*, *Acacia* y *Viguiera*. Los resultados indican que estas especies incrementan su germinación en años con precipitaciones por arriba de la media.

Palabras clave: Restauración, capacidad de campo, nativas, propagación

ABSTRACT

Native plant propagation is an important practice for ecosystem restoration. The objective of this study was to determinate germination response of native plants to two water levels. Under greenhouse condiciones, 14 species were planted: *Zinnia grandiflora*, *Plantago patagonica*, *Lantana macropoda*, *Agave americana*, *Agave lechuguilla*, *Yucca elata*, *Menodora scabra*, *Acacia berlandieri*, *Tecoma stans*, *Viguiera cordifolia*, *Rhus microphylla*, *Brickellia cylindracea*, *Baccharis salicifolia* y *Eupatorium odoratum*. Water levels were: field capacity and irrigation following precipitation distribution most common for the Chihuahua state. Only 10 species germinated and four presented differences ($P \leq 0.05$) between treatments: *Zinnia grandiflora*, *Acacia berlandieri*, *Tecoma stans* y *Viguiera cordifolia*. Results indicate that those species increases germination in years with precipitation above mean.

Key words: Restoration, field capacity, native, propagation

INTRODUCCIÓN

La degradación de los ecosistemas es un problema mundial, donde la pérdida de la vegetación es la característica más obvia. Así, la recuperación de ésta a través de resiembras de especies nativas es parte de la solución al problema de deterioro (Melgoza *et al.*, 2007). Desgraciadamente, se carece de paquetes tecnológicos para la propagación de plantas nativas, por lo que existe una gran oportunidad en investigación y transferencia de tecnología en esta área.

En la propagación de plantas nativas existen un sin número de preguntas que responder como: la semilla posee latencia?, que tipo?, como romper esta latencia?, problemas en el establecimiento?, entre otras. Un factor limitante en la germinación y establecimiento de la plántula es el agua (Baskin y Baskin, 1998). A pesar de que las especies nativas en zonas áridas están adaptadas a esta limitante, éstas presentan diversas estrategias para sobrellevar esta condición. Mientras que algunas especies pueden continuar germinando bajo condiciones de estrés, otras requieren condiciones de abundante humedad para su germinación (Esqueda *et al.*, 2005). Con base en información de plantas nativas y experiencia por parte de los autores, se planteó el presente trabajo con el objetivo de evaluar la germinación de semillas de 14 especies de plantas nativas de zonas áridas bajo dos niveles de humedad en suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el invernadero de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Se trabajó con 14 especies de plantas nativas: *Zinnia grandiflora*, *Plantago patagonica*, *Lantana macropoda*, *Agave americana*, *Agave lechuguilla*, *Yucca elata*, *Menodora scabra*, *Acacia berlandieri*, *Tecoma stans*, *Viguiera cordifolia*, *Rhus microphylla*, *Brickellia cylindracea*, *Baccharis salicifolia* y *Eupatorium odoratum*. Los tratamientos utilizados fueron: capacidad de campo y patrón de humedad con base en los registros de precipitación de un año normal de una base de datos de 35 años de varias estaciones meteorológicas en pastizales medianos. En dos piletas de 2.8 m x 1.4 m y 0.6 cm de profundidad se sembraron las semillas de cada una de las especies. El suelo utilizado fue colectado en un pastizal mediano, con las siguientes características: textura franco arenosa y un pH 5.3 a 6.6, color pardo rojizo a pardo oscuro que corresponde a un Feozem. El suelo en las piletas se niveló y la superficie se dividió en pequeñas parcelas de 20 x 20 cm, separadas con tiras de plástico. El número de semillas utilizadas por especie varió de 15 a 30 semillas, dependiendo de la cantidad disponible. Al momento de la siembra se aplicaron los riegos que correspondían a cada tratamiento y se inició el monitoreo de humedad en suelo y germinación de las especies diariamente. La medición de la humedad en el suelo de cada pileta se realizó tomando 26 puntos al azar con un sensor de humedad. El número de semillas germinadas se cuantificó mediante observaciones directas en cada pequeña parcela. El diseño fue un completamente al azar con siete repeticiones por especie y tratamiento. El análisis estadístico consistió en una prueba de t.

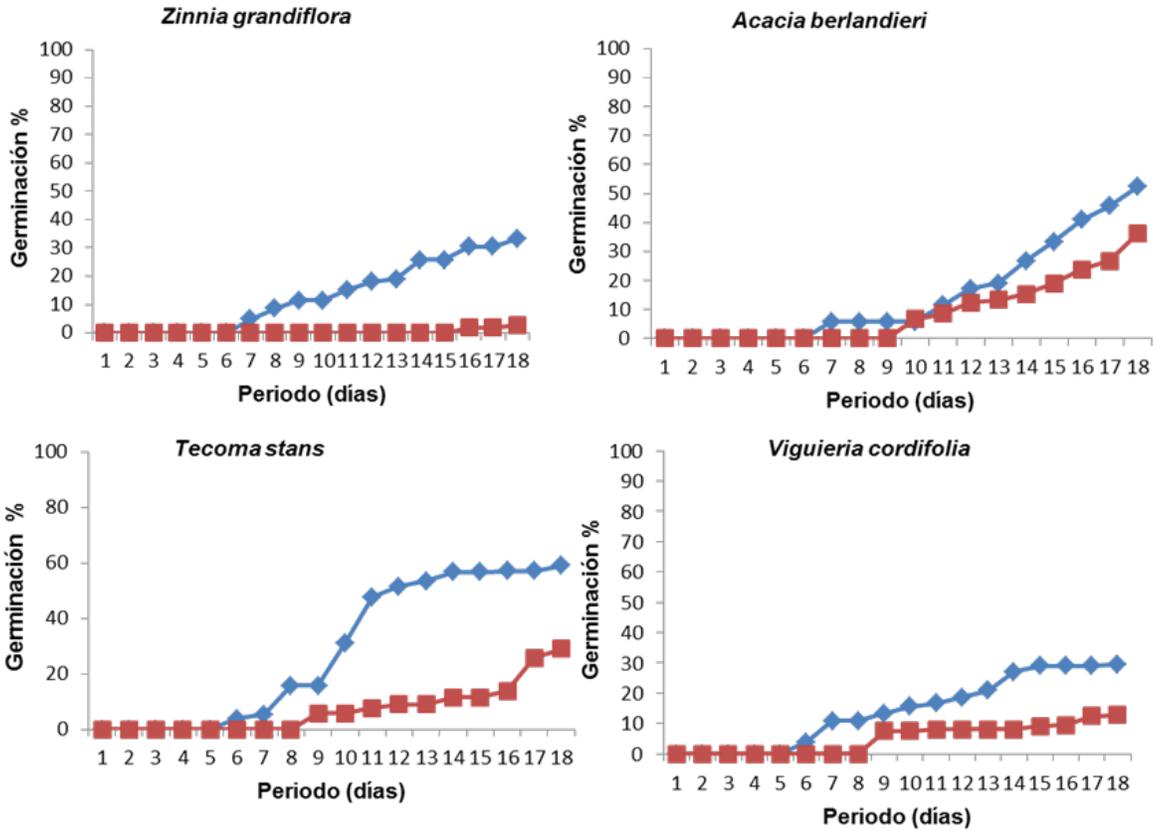
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de las 14 especies sembradas, solo 10 germinaron. Las semillas que no germinaron se asume que puede deberse a que no tenían viabilidad o presentaron algún tipo de latencia. De las especies germinadas solo cuatro especies tuvieron diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 1). Estas cuatro especies, a pesar de que germinaron en mayor cantidad con abundante humedad (años excepcionalmente húmedos); aunque en menor grado, también lo hacen en años con precipitación dentro de la media. Las otras seis especies no presentan preferencia entre tratamientos, lo que se puede interpretar como especies que no requieren años excepcionalmente húmedos para germinar. Este experimento continúa para evaluar la siguiente etapa de plántula.

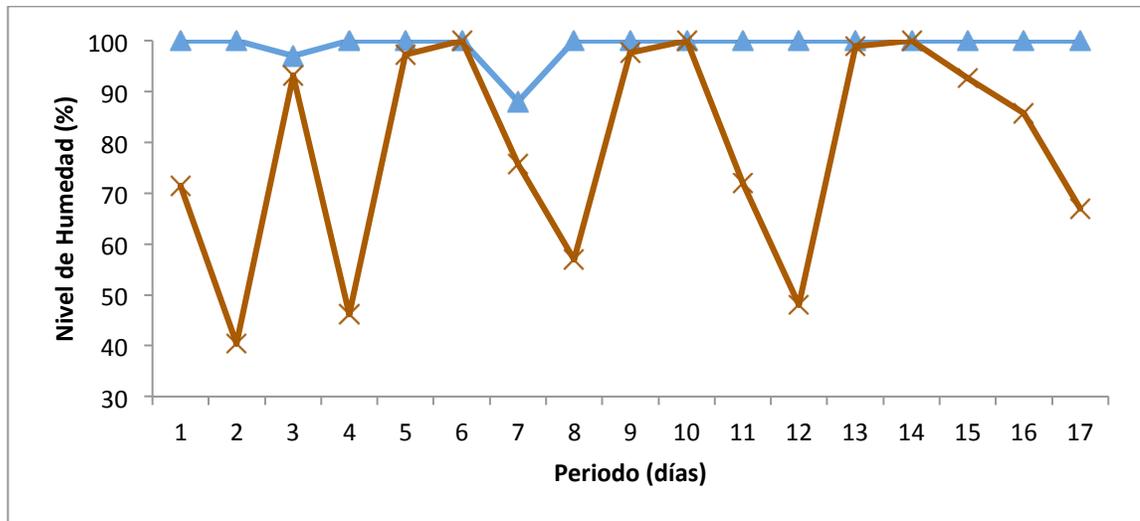
La Gráfica 1 muestra la velocidad de germinación en las cuatro especies con diferencias entre tratamientos. La mayor disponibilidad de agua acelera e incrementa la germinación. Esto da ventajas competitivas a estas especies ya que permanece menos tiempo en suelo como semilla, lo que reduce sus probabilidades de ser atacada por microorganismos y/o consumida por otros organismos (Baskin y Baskin, 1998). Sin embargo, una desventaja de especies que germinan bajo abundante humedad es que los años con alta precipitación se presentan en uno de cada período mayor a 10 años (Pinedo *et al.*, 2013). Por otro lado, las especies con lenta germinación presentan la ventaja de que no agotan el banco de semilla en suelo (Commander *et al.*, 2009). Esta estrategia es favorable cuando la época de lluvia es irregular y se presenta uno o dos días de lluvia y luego un periodo sin ésta que reseca el suelo lo que provoca la muerte de las plántulas. Las especies que germinan en gran abundancia ante este patrón de lluvias agotan el banco de semillas en los primeros días de lluvia, las plántulas mueren y queda muy reducido el número de semillas que puedan establecerse una vez que la época de lluvia se establece.

Cuadro 1. Porcentaje de germinación en 10 plantas nativas del Desierto Chihuahuense bajo dos niveles de humedad en suelo

Especie	Capacidad de campo	Patrón de precipitación	Valor de P
<i>Zinnia grandiflora</i>	5.00a	0.43b	0.0008
<i>Plantago patagonica</i>	1.29a	0.42a	ns
<i>Lantana macropoda</i>	0.71a	0.29a	ns
<i>Agave americana</i>	3.57a	2.71a	ns
<i>Agave lechuguilla</i>	3.57a	1.29a	ns
<i>Yucca elata</i>	4.57a	3.71a	ns
<i>Menodora scabra</i>	5.57a	5.57a	ns
<i>Acacia berlandieri</i>	7.86a	5.43b	0.01
<i>Tecoma stans</i>	17.71a	8.14b	0.00004
<i>Viguiera cordifolia</i>	8.43a	3.86b	0.01



Grafica 1 Velocidad de germinación en cuatro especies nativas del desierto chihuahuense bajo dos niveles de humedad: capacidad de campo (línea azul) y patrón de precipitación media (línea roja).



Grafica 2. Fluctuaciones de humedad en suelo con bajo dos niveles de humedad: capacidad de campo (línea azul) y patrón de precipitación media (línea roja).

CONCLUSIONES

Plantago patagonica, *Lantana macropoda*, *Agave americana*, *Agave lechuguilla*, *Yucca elata*, *Menodora scabra* y *Acacia berlandieri* son especies nativas que no requieren años con precipitación por arriba de la media para incrementar su germinación.

LITERATURA CITADA

- Baskin CC y Baskin JM . Seeds, ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic Press, N.Y; 1998.
- Commander LE, Merritt DJ, Rokich DP y Dixon KW. Seed biology of Australian arid zone species: Germination of 18 species used for rehabilitation. J Arid Environ 2009;73:617-625.
- Esqueda MH, Melgoza A, Sosa M, Carrillo R, Jiménez J. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferentes secuencias de humedad-sequía en tres tipos de suelo. Tec. Pecu. Mex. 2005;43:101-115.
- Melgoza A, Ortega C, Morales C, Jurado P, Velez C, Royo MH et al. Propagación de plantas nativas para la recuperación de áreas degradadas: opción para mejorar ecosistemas. Tecnociencia, 2007;1:38-41
- Pinedo AC, Hernández QNS, Melgoza CA, Villalobos RM, Morales NCR, Vélez SVCE. La sequía y su impacto en la ganadería del estado de Chihuahua. Boletín de divulgación 1 Facultad de Zootecnia y Ecología, 2014.

010 ESTABLECIMIENTO DEL ZACATE NAVAJITA [*Bouteloua gracilis* (Willd. Ex Kunth) Lag. Ex Griffiths] Y ZACATE LLORÓN [*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees] SOMETIDOS A CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO

ESTABLISHING BLUE GRAMA [*Bouteloua gracilis* (Willd. Ex Kunth) Lag. Ex Griffiths] AND ZACATE WEEPING [*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees] UNDER WATER STRESS CONDITIONS

Juan Alejandro Cova Soto¹, Carlos Raúl Morales Nieto², Rubén Saucedo Terán³
Nelson Aguilar Palma², Edith Sáenz Flores⁴

¹Alumno de Licenciatura de la Facultad de Zootecnia y Ecología. ²Maestro investigador de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. ³Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Alumno de Maestría de la Facultad de Zootecnia y Ecología⁴.
Km 1 Perif. Fco. R. Almada Chihuahua, Chih. México C.P. 31453 Fax. (614) 434 0345
Kova1@live.com.mx

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el laboratorio de parámetros ambientales de la Facultad de Zootecnia y Ecología, ubicada en el km 1 sobre el periférico Fco. R. Almada. El objetivo fue evaluar el establecimiento del zacate navajita y zacate llorón simulando condiciones de sequía *in vitro* utilizando diferentes presiones osmóticas para estimar resistencia a sequía. Se evaluó la reacción de germinación de ambas especies sometidas a diferentes niveles osmóticos. Seleccionando 800 carióspsides de semillas por especie, usando 32 cajas Petri de 90mm con una capa de algodón y papel filtro 3MM, depositando 50 semillas por caja, se humedecieron con 25 ml de solución, con cuatro repeticiones por tratamiento y especie, colocándolas en una cámara de germinación ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$). Los tratamientos de estrés hídrico evaluados fueron 0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 MPa con 0, 51.77, 103.54 y 155.32 gramos de Manitol, respectivamente, en un litro de agua destilada. Se tomaron en cuenta semillas germinadas mayores a >5 mm de longitud de radícula o plúmula. La variable evaluada fue semillas germinadas, realizando a los datos un análisis de varianza, y comparación de medias con la prueba de Tukey, con alpha de 0.1. Las medias de germinación fluctuaron entre 12 semillas para zacate navajita y 20 para llorón. El análisis de varianza en navajita mostró diferencias significativas ($P \leq 0.001$) y para llorón ($P \leq 0.001$). Permitiendo evaluar mejor los tratamientos. El uso de diferentes presiones osmóticas mostró en zacate navajita mayor resistencia a condiciones de sequía y menor resistencia en zacate llorón.

Palabras claves: *Bouteloua gracilis*, *Eragrostis curvula*, estrés hídrico, germinación.

ABSTRACT

This research was conducted in the laboratory of environmental parameters, Faculty of Animal Science and Ecology, located at km 1 on the peripheral Fco R. Almada. The objective was to evaluate the establishment of blue grama grass and weeping simulating drought conditions *in vitro* using different osmotic pressures to estimate drought resistance. The reaction of germination of both species subjected to different osmotic levels were evaluated. 800 caryopses of seeds per species were selected, using 32 Petri dishes 90mm with a layer of cotton and filter 3MM paper, placing 50 seeds per box were wetted with 25 ml of solution, with four replicates per treatment and species, placed in a germination chamber (25 ± 2 ° C). The treatments evaluated were 0.0 water stress, -0.7, -1.4 and -2.1 MPa with 0, 51.77, 103.54 and 155.32 grams of mannitol, respectively, in one liter of distilled water. Were taken into account older sprouts > 5 mm in length radicle or plumule. The variable was assessed Sprout, performing data analysis of variance and comparison of means with the Tukey test, with alpha of 0.1. Mean germination ranged from 12 seeds for blue grama and 20 for weeping. Analysis of variance showed significant differences in grama ($P \leq 0.001$) and weeping ($P \leq 0.001$). Allowing better evaluate treatments. The use of different osmotic pressures grama showed greater resistance to drought conditions and lower resistance weeping grass.

Key words: *Bouteloua gracilis*, *Eragrostis curvula*, water stress, germination.

INTRODUCCIÓN

Actualmente existen cambios en los ecosistemas donde se reportan incrementos considerables en las zonas de matorrales (8.39 millones ha de matorrales) y una disminución marcada en los pastizales (4.03 millones has) (Valerio *et al.*, 2005). Los pastizales de uso común en el estado de Chihuahua, han perdido gran parte de su estructura y funcionamiento, la ganadería extensiva es una de las principales causas del deterioro (Melgoza *et al.*, 1998). Por lo anterior, en la mayoría de los casos la recuperación del pastizal a corto plazo es a través de la resiembra de pastizales, considerada como una alternativa para aumentar la producción forrajera y recuperar la funcionalidad de éstos (Morales *et al.*, 2010). La resiembra está supeditada a las condiciones del clima, presentando un entorno desfavorable para la germinación de las semillas (Van Swaaij *et al.*, 2001). Durante el crecimiento la planta se somete a diferentes grados de estrés generando cambios en respuesta a la sobrevivencia misma alterando su capacidad germinativa positiva o negativamente (Guttermann, 2000). De acuerdo a antecedentes un método para identificar semillas de calidad y que permiten estudiar el efecto del estrés por sequía de manera sencilla, es el uso de manitol para simular estrés hídrico, se han simulado condiciones de sequía *in vitro*, utilizando soluciones de Manitol para estimar resistencia a sequía en diferentes especies vegetales, ya que se ha comprobado que este agente osmótico no interfiere con la actividad metabólica de la semilla (Grezesiak *et al.*, 1996). Debido a lo anterior, es importante realizar investigaciones para evaluar y seleccionar especies forrajeras resistentes a la sequía para ser recomendados para su uso en programas de rehabilitación de pastizales (Morales *et al.*, 2009). El objetivo fue evaluar el establecimiento del zacate navajita y zacate llorón simulando condiciones de sequía *in vitro* utilizando diferentes presiones osmóticas para estimar resistencia a la sequía.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se efectuó bajo condiciones controladas de germinadora en el laboratorio de parámetros ambientales de la Facultad de Zootecnia y Ecología (FZyE) de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), ubicada en el km 1 sobre el periférico Fco. R. Almada. Se evaluó la reacción de germinación de zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) y zacate llorón (*Eragrostis curvula*) sometidas a diferentes niveles osmóticos, utilizando manitol como agente osmótico y solamente el carióspside de las semillas. Para extraer los carióspsides de las semilla se utilizó una licuadora marca ozteriser en la velocidad más baja, a intervalos de corta duración (5 segundos). Posteriormente, se seleccionaron 800 carióspsides de cada especie. Los tratamientos de estrés hídrico evaluados fueron 0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 MPa. Se utilizaron 32 cajas Petri de 90 mm, provistas de una capa de algodón y papel filtro 3MM, etiquetadas con la especie, nivel de estrés y repetición correspondiente depositando 50 semillas por caja, se humedecieron con 25 ml de la solución correspondiente, con cuatro repeticiones por cada tratamiento y después se colocaron en una cámara de germinación a 25 ± 2 °C. Se realizaron conteos diarios a partir del segundo día de siembra durante 15 días, estableciendo como criterio las semillas germinadas con un tamaño >5 mm de longitud de radícula o plúmula. Los datos se registraron en bitácoras. Los tratamientos de estrés hídrico evaluados fueron 0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 Mpa, con 0, 51.77, 103.54 y 155.32 gramos de Manitol, respectivamente, en un litro de agua destilada cada una. Las concentraciones de manitol fueron calculadas de acuerdo a su peso molecular (182.17 g/mol) a partir de la ecuación propuesta por Vant'Hoff, utilizada por Ruiz (2013) con la siguiente fórmula: $\Psi\pi = -CiRT$ Dónde: $\Psi\pi$ = potencial osmótico C = concentración de la solución, expresada como molaridad (moles de soluto por Kg de agua) i = constante para la ionización del soluto R = constante de los gases (0,00831 Kg.MPa.mol⁻¹.K⁻¹) 1 Mol de Manitol =-2.463 MPa. Se evaluó la variable porcentaje (%) de germinación, utilizando para el análisis de los datos el procedimiento GLM de MINITAB, se realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey para la comparación de medias de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

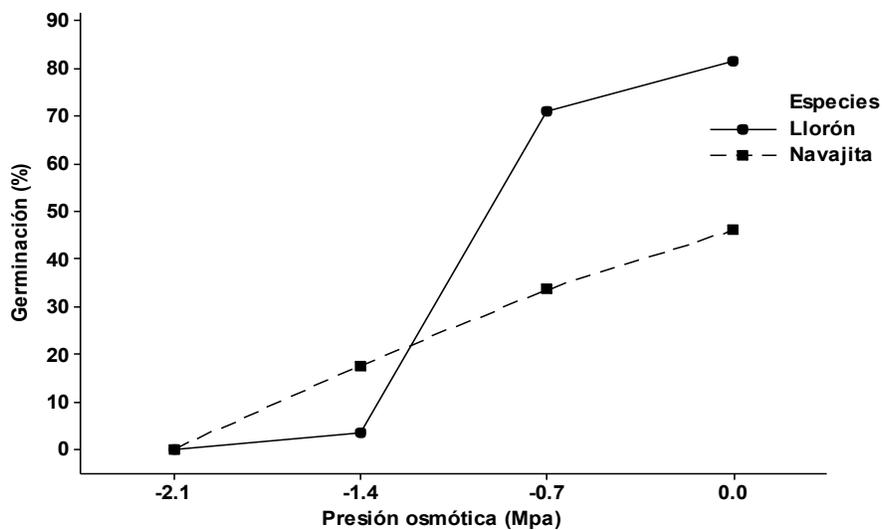
Al comparar las medias de semilla germinada con la prueba de Tukey en zacate navajita el total de presiones osmóticas fueron estadísticamente diferentes, de igual modo se presenta en zacate llorón con las presiones 0.0 y -0.7, sin embargo las presiones -1.4 y -2.7 resultaron ser estadísticamente iguales en zacate llorón (Cuadro 1).

Cuadro 1. Medias de semilla germinada por especie nativa e introducida.

Presión osmótica	Zacate navajita		Zacate llorón	
	Media y Error estándar		Media y Error estándar	
0.0	23.0 ^a		40.7 ^a	
-0.7	16.8 ^b	±1.51	35.5 ^b	±1.42
-1.4	8.7 ^c		1.7 ^c	
-2.1	0.0 ^d		0.0 ^c	

*Literales diferentes entre columna implica diferencia significativa $P \leq 0.1$

El análisis de varianza en navajita mostró diferencias significativas ($P \leq 0.001$) y para llorón ($P \leq 0.001$). Permitiendo evaluar mejor los tratamientos. En la siguiente grafica se muestran los porcentajes de germinación de semilla para los diferentes niveles de presión osmótica utilizados para la especie nativa e introducida, ambas especies en el tratamiento -2.1 Mpa muestran un 0% de germinación en sus semillas, siendo relevante para zacate navajita el tratamiento -1.4 Mpa ya que presenta un 17.5% de germinación en semilla, superando al zacate llorón con tan solo 3.5%, Moreno, *et al.* (2010) reportan hasta un 25% de germinación con un nivel de presión osmótica de -1.2 Mpa en zacate navajita, para zacate llorón los niveles -0.7 y 0.0 tuvieron un 71% y 81.5% y en la nativa 33.5% y 46% respectivamente. Independientemente de la especie, conforme disminuyó en nivel osmótico disminuyó el porcentaje de germinación, Haijar (1999) informa que el zacate llorón presenta buena tolerancia a frio y es resistente a la sequía más sin embargo al ser sometido del nivel osmótico -0.7 al -1.4 muestra una baja de 67.5% en germinación de semilla, mientras que en navajita a los mismos niveles la baja de germinación de semilla fue de 16%.



Grafica 1. Comportamiento de germinación del zacate navajita y zacate llorón, sometidos a diferentes niveles osmóticos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aplicación de diferentes niveles de presión osmótica muestran que se tuvo influencia en ambas especies respecto al porcentaje de semilla germinada, siendo la especie nativa la que presentó mayor resistencia al estrés hídrico, señalando que la especie introducida presenta mayor número de germinación de semilla, pero baja resistencia al estrés hídrico. Debido a esto es importante dar continuación a la evaluación de especies de importancia forrajera en México y a su vez permitan aumentar la probabilidad de éxito en futuros programas de rehabilitación de pastizales.

LITERATURA CITADA

- Grezesiak, S., Filek W, Skrudilk G., Niziol B. Screening for drought tolerance: evaluation of seed germination and seedling growth for drought resistance in legume plants. *J. Agron. Crop Sci.* 1996; (177): 245-252.
- Gutterman Y. Maternal effects on seed during development. *Seed: the ecology of regeneration in plant communities: CAB International, Wallingford, United Kingdom* 2000; (74-75): 59-84.
- Haijar DA. Guide to Grasses Kalmbacher, R. S. 1983. Distribution of dry matter and chemical constituents in plant parts of 4 Florida native grasses. *J. Range Manage.* 1999; (36): 298-301.
- Melgoza CA, Royo M, Báez AG y Reyes GL. Situación de los predios ganaderos después de cuatro años de sequía en las zonas áridas y semiáridas de Chihuahua. *Folleto Técnico* 1998; (4):1-23.
- Morales NC, Madrid L, Melgoza A, Martínez M, Arévalo S, Rascón Q, *et al.* Análisis morfológico de la diversidad del pasto navajita [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.], en Chihuahua, México. *Téc Pecu en Méx* 2009; 47(3):245-256.
- Morales NC, Royo M, Lara CR. Guía técnica para la producción y cosecha de semilla de pastos nativos en Chihuahua. *Folleto Técnico* 2010; (27) 34.
- Moreno BG, García EQ, Rascón C y Aguado GS.. Crecimiento y establecimiento de plántulas de *Bouteloua Gracilis* (Kunth) Leg. Ex *Griffithis* y *Eragrosti curvula* var. *Confera Stapf* bajo un régimen simulado de lluvia *Rev. fitotec. Méx* 2012; 35 (18) 380.
- Valerio VA, Carreón EH, Lafón AT, Ochoa BP, Calderón DD, Soto MV, Chacón CZ, *et al* 2005. Distribución, Extensión Espacial y Condición de los Pastizales en el Estado de Chihuahua, México. *The Nat Cons Méx* 2005; (16): 55.
- Van S, Heijbroek W, Basting JL. Testing and improving seed vigour in sugar beet. *Proceedings of the 64th IIRB Congress. Bruges* 2001.

011 ESTABLECIMIENTO DE TRES PASTOS PERENNES DE TEMPORAL (BUFFEL, GARRAPATA Y BANDERITA) EN EL ALTIPLANO DE SAN LUIS POTOSI

ESTABLISHMENT OF THREE PERENNIAL GRASSES (BUFFEL, GARRAPATA Y BANDERITA) UNDER RAINFED CONDITIONS IN HIGHLANDS OF SAN LUIS POTOSI

Mauricio Velázquez-Martínez^{1*}, Filogonio Jesús Hernández Guzmán¹, José Francisco Cervantes Becerra y Héctor Guillermo Gámez Vázquez¹

¹ INIFAP, Campo Experimental San Luis. Domicilio Conocido, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. Km 14.5 Carretera San Luis-Matehuala (a espaldas de la Facultad de Agronomía). C.P. 78430.
Tel. (444) 852 43 03 y (444) 852 43 16. *E-mail: velazquez.mauricio@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el establecimiento de dos pastos introducidos (Buffel Titán y Garrapata Hércules) y un nativo (Banderita Diana) con semilla con estructuras florales en tres sitios del Altiplano Potosino. Se sembró en junio de 2013 en tres sitios, a dosis de 5 kg de semilla pura viable por hectárea. Se evaluó el número de plantas por metros cuadrado, número de vástagos por planta a los 85 días después de siembra (dds) y a los 160 dds el rendimiento de materia seca (kg ha^{-1}). Se usó un diseño completamente al azar y los datos se analizaron con GLM de SAS. El promedio en los tres sitios, se obtuvo similar cantidad de plantas por metro cuadrado en pasto Buffel (89) y Banderita (74), y menor ($P < 0.05$) en Garrapata (36). El número de vástagos fue similar en Garrapata (15) y Buffel (10), y menor ($P < 0.05$) en Banderita (8); mientras que el rendimiento de materia seca (kg ha^{-1}) fue mayor en Buffel ($P < 0.05$; 7,295) y similar entre Garrapata (3,546) y Banderita (1,417). El establecimiento de los pastos fue exitoso en los tres sitios debido a las buenas lluvias (627 mm en promedio en el 2013); sin embargo, los pastos africanos en el primer año de establecimiento produjeron mayor cantidad de vástagos y materia seca que el pasto nativo de México.

Palabras clave: pastos nativos, praderas de temporal, vástagos por planta.

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the establishment of two introduced grasses (Buffel Titan and Hercules tick) and a native (Banderita Diana) seeded with floral structures at three sites in highlands of San Luis Potosí. In June 2013 on the three sites, seeded at 5 kg of pure live seed. The number of plants per square meter, number of stems per plant at 85 days after planting (dap) and 160 dap dry matter (kg ha^{-1}) was assessed. The experimental design was completely randomized and the data were analyzed using GLM of SAS. The average in the three sites, similar number of plants per square meter in Buffel grass (89) and Banderita (74) was obtained, and lower ($P < 0.05$) in Tick (36). The number of stems was similar in Tick (15) and Buffel (10) and lower ($P < 0.05$) in Banderita (8); while the dry matter yield (kg ha^{-1}) was higher in Buffel ($P < 0.05$; 7295) and similar between Tick (3546) and Banderita (1417). The pasture

establishment was successful at all three sites due to good rains (627 mm on average in 2013), however, Africans in the first year of establishment pastures produced more offspring number and dry matter than the native grass of Mexico.

Keywords: native grasses, grasses under rainfed conditions, stems per plant.

INTRODUCCIÓN

El establecimiento de pastos con semilla en condiciones de temporal es exitoso cuando el potencial de germinación concuerdan con factores ambientales adecuados en el terreno de siembra: temperatura, profundidad de siembra, unidades de dispersión, calidad de semilla y preparación del terreno, principalmente. La temperatura y sus fluctuaciones son la principal limitante para establecer pastos de temporal en zona árida (Evans y Young, 1987; Esqueda *et al.*, 2002; Larsen y Bibby, 2005); ya que fluctuaciones nocturnas (10 a 20°C) y, diurnas (20 a 30°C), son las que afecta el porcentaje de germinación. Además, la humedad en la cama de siembra es de fácil evaporación (Esqueda *et al.*, 2002). Las unidades de dispersión (sin escarificar cariósides) también tienen mucho que ver en el establecimiento de pastos. Se ha documentado que cariósides de pasto Buffel, requieren una temperatura de 12.5 °C para 5% de emergencia y 6.3 mm de lluvia por 2 días consecutivos, y se aproxima a 60% de germinación con 15 a 20 mm de lluvia (Ward *et al.*, 2006). Otro factor que impide el establecimiento de pastos según Tian *et al.* (2002) en *Tripsacum dactyloides*, es la pobre germinación debido a presencia de brácteas en la espiguilla (glumas, lema, palea, ramillas y aristas) y al ser eliminadas incrementa la capacidad de germinar de cariósides respecto a diásporas (unidades de dispersión) (30% vs. 20%); sin embargo, cuando se escarifican cariósides se alcanza 90% de germinación. En *Distichlis spicata*, Quian *et al.* (2006), incrementaron la germinación a 45% respecto al testigo (5%), al eliminar de manera manual las brácteas florales. Otro factor es la preparación de la cama de siembra, Jordan (1970) menciona, que en Arizona se logra mayor establecimiento en *Eragrostis lehmaniana* cuando se usa rastra rotativa y se siembra al voleo inmediatamente. Por lo anterior, es necesario conjuntar en buena manera esos factores para lograr recuperar zonas de pastizal en mal estado; ya que se estima que en los últimos 50 años se ha perdido 70% de la capacidad forrajera del Desierto Chihuahuense (El observador, 2011) y hacia el futuro inmediato, esta situación se ve potencialmente más agravada al considerar que el Desierto Chihuahuense se encuentra entre las regiones de México más vulnerables ante el cambio climático (Townsend *et al.*, 2002). Sin embargo, las variables para el establecimiento de pastos y la comparación entre métodos de siembra más utilizados y uso de tipo de unidad de dispersión (cariósides o unidades de dispersión) no están documentadas. El objetivo fue evaluar el establecimiento y producción de dos pastos introducidos y un nativo con unidades de dispersión (sin escarificar cariósides) en tres sitios del Altiplano Potosino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo la siembra de pasto Buffel Titán (*Cenchrus ciliaris*), Garrapata Hércules (*Eragrostis curvula*) y Banderita Diana (*Bouteloua curtipendula*) en el Ciclo Primavera-Verano 2013. Se sembró en los municipios de Matehuala (2 de julio), Charcas (2 de

julio) y Villa de Guadalupe (17 de julio), San Luis Potosí, los cuales se ubican entre 1,600 y 2,100 msnm, predomina el clima seco semi cálido con rango de lluvia anual de menos de 400 mm y hasta 600 mm, temperatura promedio de 16-20° C (Manderey-Rascón, 2000) y tipo de suelo Calcisol de Textura arcillosa. En cada sitio y por especie de pasto, se sembró un área de 1,500 m². La siembra fue al voleo a razón de 5 kg ha⁻¹ de semilla pura viable (SPV) en suelo a capacidad de campo y posteriormente se pasó una rama con abundantes hojas para tapar las semillas (unidades de dispersión completas). No se aplicó fertilizante y no se observaron incidencia de plagas que afectaran el crecimiento de plántulas. Los tratamientos fueron tres especies de pasto y se evaluó densidad de plantas por metro cuadrado (m²), número de vástagos por planta a los 85 días después de siembra (dds) y rendimiento de materia seca a 140 dds. Para la variable número de plantas por m², por especie y por sitio, se realizaron siete muestreos al azar con un cuadro de 0.25 m². Para el número de vástagos por planta se eligieron 14 plantas al azar; para el rendimiento de materia seca (kg ha⁻¹), se realizaron siete puntos de muestreo al azar con un cuadro de 0.25 m² por especie y por sitio, y se cortó el follaje a una altura de cinco cm sobre el suelo. Se usó un diseño completamente al azar y los datos se analizaron con GLM de SAS (2003) y las medias se compararon con Tukey ($\alpha=0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias en la cantidad de plantas establecidas entre las tres especies de pasto ($P<0.05$; Cuadro 1). En promedio, mayor cantidad de plantas se establecieron en pasto Banderita Diana y menor en Garrapata Hércules. Los pastos se establecieron con éxito ya que se ha reportado por Cox *et al.*, (1982) en *Eragrostis lehmaniana* en Arizona, E.U. tuvo establecimiento de 5% y Hernández (2013) en Buffel, Rhodes, Navajita y Banderita tanto en Salinas, San Luis Potosí y Atotonilco El Grande, Hidalgo, logró un establecimiento de 3%.

En la cantidad de vástagos por planta se observaron diferencias ($P<0.05$) en las variedades en cada sitio y el promedio de cada variedad, pero no en el promedio de vástagos por sitio; mayor número de vástagos se registró en pasto Garrapata, seguido por Buffel y Banderita. De acuerdo a Hernández (2013) mayor número de vástagos se encuentran en especies de pasto nativas (nueve vástagos por planta) y menor en pastos introducidos (dos vástagos por planta). Sin embargo, el número de vástagos mucho va a depender de la edad de la planta, en este sentido, Moreno *et al.* (2012) en *Bouteloua gracilis* y *Eragrostis curvula* a 37 días después de la siembra encontraron un vástago por planta. Al respecto, Hernández (2013) reportó mayor número de vástagos por planta en Banderita (55 vástagos) en comparación con pasto Buffel (14 vástagos) a 12 meses después de la siembra, lo cual discrepa a los datos obtenidos en el presente estudio, donde mayor número de vástagos se obtuvieron en los pastos de origen africanos.

En el rendimiento de materia seca, se observaron diferencias ($P<0.05$; Cuadro 1) por especies por sitio solo en Matehuala y en el promedio general de cada especie. El pasto Buffel y Garrapata produjeron cinco y dos veces más que Banderita, respectivamente. Respecto al sitio, el promedio de las tres especies fue mayor la

cantidad de MS ha⁻¹ (P<0.05) en Matehuala (9,429 kg MS ha⁻¹) en comparación con Charcas y Villa de Guadalupe. Para Beltrán *et al.* (2007a) el rendimiento en pasto Banderilla es 2,000 kg MS ha⁻¹ y al considerar que es el primer año de establecimiento en el presente estudio, el rendimiento es similar. Por otro lado, en pasto Garrapata Hércules, Beltrán *et al.* (2007b) obtuvo 2,650 kg MS ha⁻¹, mientras que en el presente estudio el rendimiento fue mayor (3,546 Kg MS), debido posiblemente, a la densidad de plantas establecidas por metros cuadrado.

Cuadro 1. Plantas por metro cuadrado, número de vástagos y rendimiento de forraje en tres especies de pasto establecidos en tres municipios del Altiplano Potosino.

Municipio	Especie de pasto	Plantas m ²	Número de vástagos	kg MS ha ⁻¹
Matehuala	Banderita	79 ^{ab} □	5 ^b	2377 ^c
	Garrapata	44 ^b	16 ^b	9400 ^b
	Buffel	161 ^a	7 ^{ab}	16509 ^a
Charcas	Banderita	116 ^{ab}	8 ^{ab}	457 ^c
	Garrapata	20 ^b	12 ^{ab}	451 ^c
	Buffel	56 ^{ab}	11 ^{ab}	2840 ^c
Villa de Guadalupe	Banderita	27 ^b	9 ^{ab}	ND
	Garrapata	44 ^b	16 ^a	789 ^d
	Buffel	51 ^b	12 ^{ab}	2537 ^c
Promedio		66	11	4420
Matehuala		95 ^a	9 ^a	9429 ^a
Charcas		64 ^{ab}	10 ^a	1249 ^b
Villa de Guadalupe		41 ^b	12 ^a	1663 ^b
Banderita		74 ^{ab}	8 ^b	1417 ^c
Garrapata		36 ^b	15 ^a	3546 ^b
Buffel		89 ^a	10 ^b	7295 ^a
Precipitación (mm)		Villa de Guadalupe	Charcas	Matehuala
Jun-dic 2013		508	473	604
Promedio 2013		581	606.6	693.5

□ Medias con diferentes literales en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05). NS = No significativo (P>0.05). ND= no se obtuvieron datos.

CONCLUSIONES

El establecimiento de los pastos fue exitoso en los tres sitios; sin embargo, los pastos africanos produjeron mayor cantidad de vástagos y de materia seca que el pasto nativo de México. La alta densidad de plantas por metro cuadrado fue posible al buen temporal de lluvia del año 2013 (627 mm) y a la fecha oportuna de siembra en el mes de julio.

LITERATURA CITADA

- Beltrán, LS, Loredó OC, Núñez QT, González ELA, García DCA, Hernández AJA, Urrutia MJ, Gámez VHG. Navajita Cecilia y Banderilla Diana, pastos nativos sobresalientes para el Altiplano de San Luis Potosí. INIFAP CIRNE. Folleto Técnico número 23 2007a; 38 p.
- Beltrán LS, Loredó OC, García DCA, Hernández AJA, Urrutia MJ, Gámez VHG. Llorón Imperial y Garrapata Hércules, nuevas variedades de pastos para el Altiplano de San Luis Potosí. INIFAP CIRNE. Folleto Técnico número 36 2007b; 38 p.
- Cox JR, Morton HL, Johnsen TN, Jordan Jr. GL, Martin SC, Fierro LC. Vegetation restoration in the Chihuahuan and Sonoran deserts of North America. Tucson (AZ): USDA Agricultural Research Service. Agricultural Reviews and Manuals No. 28 1982; 37p.
- Esqueda CMH, Carrillo RRL, Sosa CM, Melgoza CA, Royo MMH, Jiménez CJ. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas inoculadas con biofertilizantes en condiciones de invernadero. Técnica Pecuaria en México 2002; 42: 459-475.
- Evans, RA, Young JA. Seedbed microenvironment, seedling recruitment and plant establishment on rangelands. Preceedings of symposium "Seed and Seedbed Ecology of Rangelands Plants". Tucson, AR. 1987; pp: 212-220.
- Hernández GFJ. Estrategias para establecer praderas de temporal en zonas semiáridas de México [Tesis Doctorado]. Colegio de Postgraduados, Montecillo Estado de México 2013; 161 p.
- Jordan GL, Maynard MX. The San Simon watershed: revegetation. Prog. Agr. in Arizona 1970; 4:4-7.
- Larsen SU, Bybby BM. Use of Germination Curves to Describe Variation in Germination Characteristics in Three Turfgrass Species. Crop Science 2005; 44:891-899.
- Maderey-Rascón LE, Cruz-Navarro F, Godínez-Calderón L. Relación entre los fenómenos acuosos y los elementos térmicos del clima en México. Agrociencia 2000; 35: 23-40.
- Moreno GB, García ME, Rascón CQ, Aguado SGA. Crecimiento y establecimiento de plántulas de *Bouteloua gracilis* (kunth) lag. ex griffiths y *Eragrostis curvula* var. *conferta* stapf bajo un régimen simulado de lluvia. Revista Fitotecnia Mexicana 2012; 35 (4): 299-308.
- Statistical Analysis System (SAS). SAS Institute Inc. SAS/STAT User guide version 9.1.3 Cary, North Carolina. USA 2003; 1167p.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México, D.F. 2008; 357p.
- Townsend PA, Ortega-Huerta MA, Bartley J, Sánchez-Cordero V, Soberón J, Buddemeier RH, Stockwell DRB. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. Nature 2002; 416: 626-629.

**012 VELOCIDAD DE GERMINACIÓN EN CARIOPSIDES Y DIASPORAS POSTERIOR
AL
ENVEJECIMIENTO ACELERADO EN DOS PASTOS NATIVOS Y DOS
INTRODUCIDOS
GERMINATION RATE AFTER ACELERATED AGING OF CARYOPSIS IN TWO
NATIVE AND TWO INTRODUCED GRASSES**

Filogonio Jesús Hernández Guzmán¹, Adrián Raymundo Quero Carrillo², Paulino Pérez Rodríguez², Mauricio Velázquez Martínez¹ y José Alfredo Hernández Maruri¹
¹INIFAP Campo Experimental San Luis. ²Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo
*Autor para correspondencia: hernandez.filogonio@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la velocidad de germinación (VG) posterior a pruebas de envejecimiento acelerado (PEA) en propágulos de cuatro especies de gramíneas, en tres tamaños de cariósides (TCs) y en diásporas. Los pastos utilizados fueron Navajita, Banderita, Buffel y Rhodes. Se eliminaron brácteas accesorias (BA) y las cariósides se separaron mediante tamices en chicos, medianos y grandes. Se estresaron a cariósides clasificados y diásporas mediante PEA a 42° C con 100% HR durante 12, 24 y 36 horas. Posteriormente, bajo condiciones controladas, se sembraron cariósides sobre papel y diásporas entre papel. Se contaron plántulas normales cada 24 h durante 15 días para TCs y durante 25 días para diásporas. La información se analizó con LIFEREG de SAS y las medias se compararon con Long Rank, Wilcoxon y -2Log (α 0.05). En TCs en pastos nativos, se obtuvo mayor VG a mayor TCs y a 36 h de estrés, mientras en TCs de pastos introducidos, la VG fue mayor a mayor TCs y 12 h, además, en las cuatro especies, se observó mayor VG en TCs en comparación con diásporas. Banderita superó a Navajita y Rhodes a Buffel. La PEA ofrece información para entender la velocidad a la cual germinan tanto cariósides como diásporas y de éste modo, tomar medidas para siembras en campo.

Palabras clave: beneficio de semilla, estrés de semilla, prueba de vigor.

ABSTRACT

The objective was to evaluate speed of germination (SG) after accelerated aging tests (AAT) in propagules in four species of grasses, both in diaspores and caryopses ranked by size (CS). Blue grama, Sideoats grama, Buffel and Rhodes were evaluated. Accessory bracts were removed and caryopses were separated by screens in large, medium and small. Diaspores and CS classified were stressed out in caryopses and diaspores by AAT at 42°C with 100% HR for 12, 24 and 36 h. Later, under controlled conditions, caryopses were sown on paper and diaspores inter paper. Normal seedlings were counted every 24 h in CS for 14 days after seedling and 25 days for diaspores. The information was analyzed with LIFEREG of SAS and the comparisons of averages were with Long Rank, Wilcoxon y -2Log (α 0.05). In native grasses, greater SG was obtained at higher CS and 36 h of stress, and it was difference between size and between species, while in introduced grasses grater SG was obtained after 12 h of stress. In CS, the time to get all the germination was less compared with diaspores, and between species Sideoats grama needed less time in comparison with Blue grama and

Rhodes needed less time than Buffel. The AAT for caryopses as diaspores provides information to understand the SG and establish more plants under rain fed conditions.

Keywords: benefit of seed grasses, stress of grass seeds, vigor test.

INTRODUCCIÓN

En el Desierto Chihuahuense la vegetación de matorrales cubre 85% y el de pastizales 15%; sin embargo, los pastizales se han reducido severamente, al grado que algunos estudios indican que hace 150 años la proporción era inversa (Nordt, 2003). Ante la necesidad de rehabilitar los agostaderos, el vigor de la semilla es importante para establecer las plántulas (Ferguson, 1995), ya que en cereales de grano pequeño, se ha comprobado que a mayor tamaño de carióspside, se tendrá mayor vigor de plántulas (López-Castañeda *et al.*, 2006). Pruebas de envejecimiento acelerado (PEA) ayudan a diferenciar entre lotes de semilla y predicen el comportamiento de la emergencia en campo (Wang y Hampton, 1991). A su vez, la velocidad de germinación (VG) es considerada como la uniformidad de germinación y ésta provee información confiable (Brown y Mayer, 1988). Sin embargo, para Navajita, Banderita, BUffel y Rhodes, no se han realizado estudios de velocidad de germinación posterior a PEA. El objetivo del estudio fue evaluar la velocidad de germinación en dos pastos nativos (Navajita y Banderita) y dos introducidos (Buffel y Rhodes), posterior a pruebas de envejecimiento acelerado, tanto en carióspsides clasificados como en diásporas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de febrero a abril de 2011 en condiciones de laboratorio en Montecillo, Estado de México. El material experimental consistió de propágulos (semilla) de dos pastos nativos: Navajita [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths)] y Banderita variedad Reno [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr)], así como dos introducidos: Buffel variedad Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y Rhodes (*Chloris gayana* Kunth). Se extrajeron 100 g de carióspsides mediante fricción manual y se determinó su viabilidad con tetrazolio (0.1%; ISTA, 2012). Para las cuatro especies, mediante tamices las carióspsides se clasificaron en chicos, medianos y grandes. Para realizar la PEA se vertieron 80 ml de agua destilada en cajas plásticas y se colocó una malla de <0.25mm y sobre ésta, la semilla, después, las cajas con TCs o diásporas, se sellaron con cinta maskin-tape® y se pusieron en la estufa a 42° C; posteriormente, se extrajeron las cajas a 12, 24 y 36 horas. Una vez concluido el tiempo de estrés (TE), se lavó el material biológico con solución de hipoclorito comercial (0.6%) durante 3 min e inmediatamente se sumergieron en solución de Captan (1g L⁻¹ agua) durante 3 min y se enjuagaron con agua destilada. Para la siembra de cada TCs y diásporas, se hicieron cuatro repeticiones de 100 unidades de dispersión sembradas en base a semilla pura viable, sobre papel para TCs y entre papel para diásporas. Las siembras se colocaron en cámara de ambiente controlado con 24 horas de luz fluorescente a 22 ± 2° C y flujo ligero de aire. Se regó cada 24 h mediante aspersion con 30 ml de agua destilada a cada unidad experimental. Los tratamientos fueron la combinación de dos pastos nativos o dos introducidos con tres TCs con tres tiempos de estrés (TE; 12, 24 y 36 horas) y un testigo (sin estrés), tanto para diásporas como para carióspsides. Las variables fueron velocidad de germinación (número de plántulas normales acumuladas); la germinación de plántulas se registró cada 24 horas durante 15 días para TCs y durante 25 días para diásporas. Los datos se analizaron mediante regresión logística

(Hosmer y Lemeshow, 2000), y se ajustaron con el procedimiento LIFEREG de SAS (2009). La comparación de medias, se realizó con Long Rank, Wilcoxon y $-2\text{Log}(\alpha 0.05)$.

RESULTADOS

En pastos nativos en TCs, hubo diferencia entre tratamientos ($P < 0.01$; Cuadro 1). Se registró mayor VG a mayor TCs y mayor tiempo de estrés; sin embargo, se observó menor porcentaje de germinación a mayor tiempo de estrés ($P < 0.01$). En promedio por especie de pasto, todas las plántulas de Banderita se presentaron en 12 horas antes que las de Navajita ($P < 0.01$). En general para pastos nativos, mayor incidencia de germinación ocurrió de 1.5 a 5 días después de siembra (dds).

Cuadro 1. Velocidad de germinación de dos pastos nativos con carióspsides clasificados en tres tamaños, mantenidos en estufa a 42° C y 100% de humedad relativa durante 12, 24 y 36 horas y un testigo (sin estrés).

dds	Carióspsides chicos								Carióspsides medianos								Carióspsides grandes							
	Navajita				Banderita				Navajita				Banderita				Navajita				Banderita			
	T	12	24	36	T	12	24	36	T	12	24	36	T	12	24	36	T	12	24	36	T	12	24	36
1	4	0	0	27	2	0	0	28	2	0	0	27	6	0	0	15	2	0	0	25	4	0	0	24
1.5	55	53	41	88	64	56	60	52	49	55	53	67	60	63	58	53	61	73	67	55	68	61	61	60
2	82	89	87	94	87	83	74	75	79	82	90	98	86	87	86	84	88	93	87	82	93	89	84	90
2.5	90	96	98	100	93	94	83	96	90	90	98	100	94	93	92	94	94	96	93	98	96	93	94	96
3	93	96	100	100	97	97	91	100	96	94	100	100	96	97	96	96	97	98	98	98	98	97	96	98
4	95	100	100	100	99	99	98	100	97	97	100	100	98	99	98	99	98	98	98	100	99	98	98	99
5	98	100	100	100	99	100	98	100	97	98	100	100	99	100	99	99	99	100	100	100	99	100	99	100
6	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
%G	50	14	12	3	63	51	27	18	56	15	13	4	84	73	62	55	80	27	15	6	95	79	60	52

dds=días después de siembra; T=testigo (sin estrés en estufa); %G= Porcentaje de germinación

En TCs para pastos introducidos, hubo diferencia entre tratamientos ($P < 0.01$; Cuadro 2). Se registró mayor VG a mayor TCs y a 12 h de tiempo de estrés que coincidió con mayor porcentaje de germinación ($P < 0.01$). En Buffel, se registró germinación desde las 1 dds y hasta 10 dds, mientras en Rhodes ocurrió desde 1 hasta 5 dds.

Por otro lado, en VG en diásporas (Cuadro 3), en pastos nativos se observó diferencia ($P < 0.01$); en Navajita la VG fue mayor al estrés por 12 h y menor después de 36 h, ya que la incidencia de germinación fue de 3 a 7 dds. En Banderita ($P < 0.01$) mayor VG ocurrió con 24 h de estrés y menor sin estrés, y mayor incidencia de germinación ocurrió de 3 a 5 dds. En pastos introducidos, se observó diferencia ($P < 0.01$), en Buffel, mayor VG ocurrió al estresar la semilla por 12 h y menor después de 24 y 36 h, la incidencia de germinación fue de 4 a 15 dds; mientras que, en Rhodes ocurrió mayor

VG con 24 h de estrés y menor sin estrés y mayor incidencia de germinación ocurrió de 3 a 5 dds. En promedio la VG por origen de pasto fue mayor para nativos en comparación con introducidos; en nativos la germinación ocurrió de 1.5 a 3 dds, mientras que en introducidos fue de 3 a 6 dds. Por otro lado, al comparar TCs vs. diásporas, por origen de pastos, en nativos la germinación en TCs ocurrió entre las 1.5 a 3 dds; sin embargo, con diásporas fue de 3 a 6 dds, lo que en campo pudiera influir en la rápida emergencia ante eventos de sequía.

Cuadro 2. Velocidad de germinación de dos pastos introducidos con carióspsides clasificados en tres tamaños, mantenidos en estufa a 42° C y 100% de humedad relativa durante 12, 24 y 36 horas y un testigo (sin estrés).

dds	Carióspsides chicos								Carióspsides medianos								Carióspsides grandes							
	Buffel				Rhodes				Buffel				Rhodes				Buffel				Rhodes			
	T	12	24	36	T	12	24	36	T	12	24	36	T	12	24	36	T	12	24	36	T	12	24	36
1	0	0	0	0	5	0	0	29	0	0	0	6	6	0	0	28	1	0	0	8	7	0	0	31
1.5	1	0	1	8	47	74	68	82	3	4	8	19	57	83	65	85	15	13	10	23	62	82	80	88
2	15	12	17	25	76	92	88	94	22	26	30	38	85	94	84	94	51	40	34	52	85	95	93	97
2.5	33	40	38	52	86	96	95	96	46	52	54	53	90	96	94	98	67	63	61	73	92	98	97	99
3	56	66	62	68	91	97	98	98	70	69	75	61	96	98	97	99	82	79	73	83	96	99	98	99
4	75	81	73	81	94	99	99	99	81	81	82	68	97	100	99	99	87	88	81	91	97	99	98	100
5	85	95	83	91	96	100	100	100	88	88	88	82	98	100	99	100	91	92	85	94	98	100	100	100
6	90	98	90	94	99	100	100	100	93	91	91	87	99	100	100	100	95	94	88	95	99	100	100	100
7	94	99	92	96	100	100	100	100	96	95	94	91	100	100	100	100	97	97	92	98	99	100	100	100
8	96	100	94	97	100	100	100	100	97	97	96	93	100	100	100	100	98	98	95	99	100	100	100	100
9	98	100	98	99	100	100	100	100	99	98	98	95	100	100	100	100	99	99	97	100	100	100	100	100
10	98	100	99	100	100	100	100	100	100	99	99	99	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
%G	47	48	44	21	52	77	74	67	67	60	54	32	79	85	76	73	80	71	64	61	83	85	83	76

dds=días después de siembra; T=testigo (sin estrés en estufa); %G = Porcentaje de germinación

Al comparar TCs vs. diásporas entre pastos introducidos, mayor incidencia de germinación ocurrió en TCs de 3 dds a 6 dds en comparación con diásporas.

Cuadro 3. Velocidad de germinación observada en dos gramíneas nativas y dos introducidas sembradas con diásporas

dds	pasto Banderita				pasto Navajita				pasto Buffel				pasto Rhodes							
	T	12	24	36	48	T	12	24	36	48	T	12	24	36	48	T	12	24	36	48
4	8	19	8	0	0	7	57	65	36	24	0	1	0	0	0	8	18	12	8	1
5	69	80	66	38	40	71	94	98	91	87	0	21	4	1	3	52	66	73	68	15
6	85	90	84	84	84	96	98	100	100	99	9	40	16	13	18	81	88	86	88	74
7	92	95	95	94	95	99	99	100	100	99	39	55	30	30	30	88	96	95	98	94
8	95	97	98	99	98	100	100	100	100	99	60	69	45	42	50	95	97	99	100	97
9	98	99	99	100	99	100	100	100	100	100	72	82	54	55	60	98	100	99	100	99
10	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	81	87	62	62	68	99	100	99	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	89	93	73	77	78	100	100	99	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	97	82	85	90	100	100	99	100	100
13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	98	89	92	95	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	95	99	98	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	97	100	98	100	100	100	100	100

25	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
%G	88	72	68	58	51	71	61	34	34	29	43	28	24	15	8	87	62	57	44	36	

dds= días después de siembra; T= testigo (sin estrés); %G= Porcentaje de germinación

DISCUSIÓN

En general, se observó menor velocidad de germinación en TCs chico en comparación con TCs mediano y grande. Eliminar brácteas accesorias en general permite uniformizar la germinación en comparación con diásporas (Anderson, 1985) y Springer *et al.* (2001) afirman que mayor VG ocurre en semilla de mayor peso en comparación de semillas chicas, lo que se refleja en mayor desarrollo de raíces y parte aérea en menor tiempo, lo cual, es importante ante la ocurrencia de sequía dentro del periodo de lluvias (López-Castañeda *et al.*, 1996). En Buffel, la latencia fue marcada con diásporas, pero al eliminar brácteas accesorias, la VG es mayor, lo que permite mayor emergencia en menor tiempo. En pastos introducidos, posterior a 1.5 dds de TE ocurrió mayor germinación por exudar ác. absícico y ác. cafeínico (Hernández, 2013), principales inhibidores de la germinación. Sin embargo, en campo, para tener éxito, se deberá preparar en buena manera la cama de siembra, sembrar en base a semilla pura germinable, buena humedad, temperatura alrededor de 10°C.

CONCLUSIONES

Mayor velocidad de germinación ocurre a mayor tamaño de cariósido tanto en especies de pasto nativas como introducidas y al eliminar brácteas accesorias, la incidencia de la germinación incrementa en menor tiempo al presentarse mayor cantidad de plántulas en menor tiempo, lo que en campo, podría ayudar a establecer mayor número de plantas en menor tiempo.

LITERATURA CITADA

- Anderson J. Aspects of the germination ecology and biomass production of eastern gamagrass (*Tripsacum dactyloides* L.). Botanical Gazette 1985; 146: 353-364.
- Brown RF and Mayer DG. Representing Cumulative Germination. 1. A Critical Analysis of Single-value Germination Indices. Ann Bot 1998; 61 (2): 117-125.
- Ferguson J. An introduction to seed vigor testing. *In*: Seed Vigor Testing Seminar. Proceedings of the International Seed Testing Association, Copenhagen. 1995. pp: 1-9.
- Hernández-Guzmán FJ. Estrategias para establecer praderas de temporal en zonas semiáridas de México. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados, Montecillo, estado de México. 2013. 162 p
- Hosmer DW and Lemeshow S. Applied logistic regression. 2nd ed. Wiley, New York. 2000. 392p.
- International Seed Testing Association (ISTA). International rules for seed testing. Seed Sci. Technology 2012; 27: 27-32
- López-Castañeda C, Richards RA, Farquar GD and Williamson RE. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor in early vigor among temperate cereals. Crop Science 1996; 36: 1257-1266.
- Nordt L. Quaternary fluvial landscape evolution in desert grasslands of northern Chihuahua, Mexico. Geological Society of America Bulletin. Vol. 115. 2003. pp: 596-606.

Springer TL, Dewald CL, Aiken GE. Seed germination and dormancy in Eastern Gamagrass. *Crop Science* 2001; 41: 1906-1910.

Wang YR and Hampton JG. Seed vigor and storage in 'Grassland Pawera red clover. *Plant Var. Seeds* 1991; 4: 61-66.

013 TASA DE CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., INOCULADAS CON BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

GROWTH RATE OF *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. SEEDLINGS, INOCULATED WITH PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIAS, UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Raúl Plascencia Jiménez¹, Adrián R. Quero Carrillo², Roberto Quintero Lizaola², Santos Morales Vidal³

¹Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Nayarit-INIFAP, CP 63300, Fax (01323) 235-07-10; ²Campus Montecillo Colegio de Postgraduados, CP 56230, Fax (01595) 952-02-62; ³Agribest, México DF. plascencia.raul@inifap.gob.mx; raulplascencia83@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar efecto de inoculación con bacterias promotoras del crecimiento vegetal sobre tasa de crecimiento en *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. El estudio se realizó en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Se evaluaron dos genotipos La Zarca (G1) y genotipo 5 (G2). Dos dosis de inoculación 0.5 (D1) y 1 ml tubin⁻¹ de 70 cc (D2). Cinco cepas, *Bacillus* spp., a66 (C1); *Burkholderia gladioli*, I27 (C2); *Sphingomonas paucimobilis*, I95 (C3); *S. paucimobilis*, S73 (C4); *Bacillus* spp., ZA40 (C5); consorcio (C6); testigo sin inoculación (C7). Se realizaron cuatro muestreos destructivos a 38, 52, 65 y 80 días después de siembra (**dds**), con cinco repeticiones. Se determinó tasa de crecimiento de parte aérea (**TCPA**) y radical (**TCPR**). Se utilizó diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2x6x4 con testigo, mediante GLM y Tukey ($P<0.05$) para comparar medias. G1 superó al G2 con promedio de 1.1 mg MS planta⁻¹ día⁻¹ ($P<0.01$) TCPA. Dosis de inoculación no se observaron diferencias ($P>0.05$) TCPA. C4 fue superior entre 2.0 y 5.2 mg MS planta⁻¹ día⁻¹ ($P<0.01$) TCPA. G1 superó (0.8 mg MS planta⁻¹ día⁻¹) a G2, de 38-52 *dds* ($P<0.01$) TCPR; 52-65 *dds*, G2 superó a G1 (0.4 mg MS planta⁻¹ día⁻¹; $P<0.01$) TCPR; 65-80 *dds*, no se observaron diferencias entre genotipos ($P>0.05$) TCPR. Dosis de inoculación no se observaron diferencias ($P>0.05$) en TCPR. C2 fue superior entre 0.7 y 2.7 mg MS planta⁻¹ día⁻¹ ($P<0.01$) para TCPR. Las cepas evaluadas pueden ser una opción para la producción de biofertilizantes excepto C5.

Palabras clave: dosis de inoculación, biofertilizante, curvas de crecimiento

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of inoculation using plant growth promoting bacterias' effect on rate of growth for two *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. genotypes, one experiment was established at the Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Two genotypes were evaluated La Zarca (G1) and 5 (G2). Two inoculation dosages: 0.5 (D1) and 1 ml (D2) within 70 cc pot⁻¹. Five strains were included: *Bacillus* spp., a66 (C1); *Burkholderia gladioli*, I27 (C2); *Sphingomonas paucimobilis*, I95 (C3); *S. paucimobilis*, S73 (C4); *Bacillus* spp., ZA40 (C5), consortium (6), and control without inoculation (C7). Four destructive samples were evaluated at 38, 52, 65 and 80 days after sowing (**das**),

with five replicates each. Seedling growth rate for aerial part (**GRAP**) and root part (**GRRP**) were evaluated. Experimental arrangement was a under a completely randomized design with control: 2x2x6x4 factorial through GLM and Tukey ($P<0.05$) for mean comparisons. G1 for GRAP exceeded to G2, showing 1.1 mg DM plant⁻¹ day⁻¹ ($P<0.01$). Inoculation dosage showed no differences ($P>0.05$) GRAP. C4 was higher, between 2.0 and 5.2 mg DM plant⁻¹ day⁻¹ ($P<0.01$) GRAP. G1 exceeded with 0.8 mg DM plant⁻¹ day⁻¹ to G2 at 38-52 *das* ($P<0.01$) GRRP; 52-65 *das*, G2 exceeded to G1 with 0.4 mg DM plant⁻¹ day⁻¹ ($P<0.01$) GRRP; 65-80 *das* no differences were detected among genotypes ($P>0.05$) GRRP. Inoculation dosage showed no differences ($P>0.05$) for GRRP. C2 was higher between 0.7 and 2.7 mg DM plant⁻¹ day⁻¹ ($P<0.01$), for GRRP. Evaluated strains but C5 may be a good option for biofertilizer production.

Keywords: inoculation dose, biofertilizer, growth curves.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la dinámica de crecimiento de gramíneas y leguminosas solas y asociadas es importante para la planeación en los sistemas de pastoreo; así mismo, determinar los requerimientos nutricionales de los animales en cada etapa de crecimiento contribuirá en la eficiencia del pastoreo y como resultado, mayores ganancias por animal y unidad de superficie (Zaragoza *et al.*, 2009). Los componentes morfológicos aéreos y radical están correlacionados positivamente con el incremento en la edad de la planta, por otro lado, la mayor tasa de crecimiento está relacionada con la máxima producción de hoja (Pérez *et al.*, 2004). Del Pozo *et al.* (2001), mencionan que es importante considerar los múltiples cambios morfológicos y procesos fisiológicos que contribuyen con la respuesta de la planta, durante el crecimiento; así mismo, la estructura morfológica es determinante para la formación de biomasa. El objetivo fue evaluar el efecto de la inoculación con bacterias promotoras del crecimiento vegetal sobre la tasa de crecimiento en *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en invernaderos del área de Ganadería del *Campus* Montecillo del Colegio de Postgraduados, localizado en el Km 36.5 de la carretera México-Texcoco, municipio de Texcoco, Estado de México (19° 27' de LN y 98° 54' LO) y 2220 msnm. Los tratamientos estuvieron constituidos por la combinación de: *i*) genotipos de pasto Banderita [La Zarca (G1) y genotipo 5 (G2)]; *ii*) dosis [0.5 (D1) y 1 (D2) ml por tubin⁻¹ de 70 cc]; *iii*) cepas (C1= *Bacillus* spp., a66; C2= *Burkholderia gladioli*, I27; C3= *Sphingomonas paucimobilis*, I95; C4= *S. paucimobilis*, S73; C5= *Bacillus* spp., ZA40; C6= consorcio de las cepas anteriores; y C7= testigo (sin aplicación del inóculo); *iv*) muestreos destructivos a 38, 52, 65 y 80 días después de la siembra (*dds*), todos con cinco repeticiones. Para eliminar el efecto de tamaño de carióspside, se utilizó tamiz con 0.59 mm de separación y los carióspsides retenidos (grandes) se utilizaron para la siembra; los cuales, se desinfectaron superficialmente, sumergiéndolos en etanol al 10%, durante 1 min, posteriormente se enjuagaron con agua destilada por 3 min. A los tubines plásticos se les agregó 50 cc de suelo previamente esterilizado; antes de depositar el suelo, se colocó tapón de algodón para evitar pérdida de suelo por el drenaje. Se aplicó riego hasta capacidad de campo y se depositó un carióspside por tubin; posteriormente, se aplicó inoculante según tratamiento. A 14 *dds* se iniciaron los riegos a cada tercer día con agua destilada con 15 ml por tubin, con dosificador. La

humedad aprovechable se determinó con tensiómetro. El primer muestreo destructivo se realizó 38 *dds*, se determinó la tasa de crecimiento de la parte aérea (TCPA) y tasa de crecimiento de la parte radical (TCPR).

El crecimiento se estimó cada 14 d, con la fórmula: $TC = (MSPt2 - MSPt1) / (T2 - T1)$

Donde: TC= tasa de crecimiento ($mg\ MS\ planta^{-1}\ día^{-1}$); MSPt2= materia seca presente en el tiempo 2; MSPt1= materia seca presente en el tiempo 1; T2-T1= número de días transcurridos entre un corte y el siguiente.

Para el análisis de la información se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos 2x2x6x4 más el testigo, empleando GLM y Tukey ($P < 0.05$) para comparar medias entre tratamientos (SAS, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para TCPA G1 fue superior en 2.0 y 0.9 $mg\ MS\ planta^{-1}\ día^{-1}$, comparado con G2 a 38-52 *dds* y 52-65 *dds*, respectivamente, (Fig 1A; $P < 0.01$); mientras que, a 65-80 *dds* no se observaron diferencias (Fig 1A; $P > 0.05$). No se observaron diferencias para las diferentes dosis de inoculación en TCPA (Fig 1B; $P > 0.05$).

Las cepas evaluadas fueron mejores respecto al testigo en 13, 93, 113, 120, 60 y 100% para C1, C2, C3, C4, C5 y C6, respectivamente (Fig 1C; $P < 0.01$) para la TCPA a 38-52 *dds*. A 52-65 *dds* C1, C2, C3, C4 y C5 presentaron tasas de crecimiento menores a éste en 21, 5, 29, 39 y 16%, respectivamente, la única cepa que presentó valores superiores al testigo fue C6 con 8% (Fig 1C; $P < 0.01$). A 65-80 *dds* todas las cepas presentaron tasas de crecimiento superiores al testigo con porcentajes de 90, 81, 61, 168, 7 y 103% para C1, C2, C3, C4, C5 y C6, respectivamente (Fig 1C; $P < 0.01$).

Para TCPR G1 fue mayor con 0.8 $mg\ MS\ planta^{-1}\ día^{-1}$ con respecto a G2 de 38-52 *dds*; sin embargo, G2 fue superior a G1 de los 52-65 *dds* (0.4 $mg\ MS\ planta^{-1}\ día^{-1}$; Fig 2A; $P < 0.01$) y, para 65-80 *dds*, no se observaron diferencias entre genotipos (Fig 2A; $P > 0.05$). Para dosis de inoculación no se encontraron diferencias entre muestreos (Fig 2B; $P > 0.05$). Para cepas evaluadas C2, C3, C4, C5 y C6 fueron superiores a C7 en 71, 157, 143, 29 y 71%, respectivamente (Fig 2C; $P < 0.01$); por el contrario, entre C1 y C7 no se observaron diferencias (Fig 2C; $P > 0.05$) de 38-52 *dds*. De 52-65 *dds* solo C6 presentó valores similares a C7, y las demás mostraron menores valores a C7 (46, 29, 12, 58 y 4%, para C1, C2, C3, C4 y C5, respectivamente; Fig 2C; $P < 0.01$). De 65-80 *dds* las cepas C1, C2, C3, C4 y C6, presentaron valores superiores a C7 (67, 300, 56, 111 y 222%, respectivamente; Fig 2C; $P < 0.01$) y C5 fue similar a C7 (Fig 2C; $P > 0.05$).

Se puede observar que TCPA y TCPR presentaron el mismo comportamiento hasta 52 *dds*. Por otro lado, C4 presentó la mayor TCPA; y C2 y C6 obtuvieron valores superiores de TCPR de 65-80 *dds*; por tanto, es necesario evaluar estas cepas bajo condiciones de campo para determinar si tienen potencial para la producción de biofertilizantes para pastos de zonas áridas y semiáridas de México. Es necesario evaluar las mismas cepas en mayor número de muestreos destructivos para establecer curvas de crecimiento durante el año. Las diferencias encontradas en crecimiento pueden apoyar el establecimiento de plántulas en condiciones de campo.

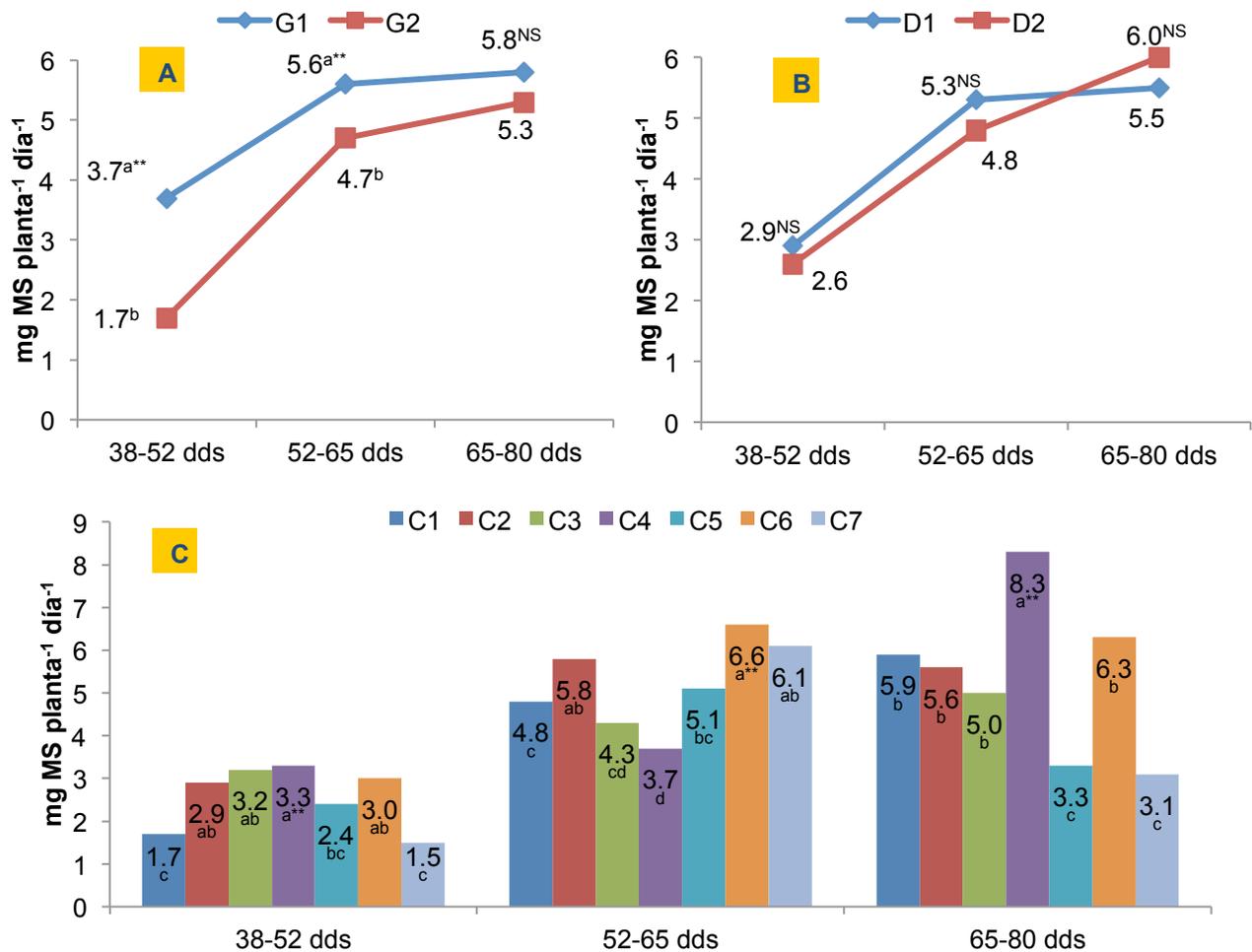


Figura 1. Tasa de crecimiento de la parte aérea (TCPA) en dos genotipos de *Bouteloua curtipendula* (A), dosis de inoculación (B) y cepas evaluadas (C), en diferentes fechas de muestreo. G1= La Zarca, G2= 5. Dosis de inoculación D1= 0.5 y D2= 1 ml de inóculo tubin⁻¹ de 70cc. Cepas evaluadas C1= *Bacillus* spp., a66; C2= *Burkholderia gladioli*, I27; C3= *Sphingomonas paucimobilis*, I95; C4= *S. paucimobilis*, S73; C5= *Bacillus* spp., ZA40; C6= consorcio; C7= testigo (sin inoculación). dds= días después de la siembra. ^{NS} diferencia no significativa ($P>0.05$) ^{**} Literales diferentes entre columnas indican diferencia significativa ($P<0.01$).

CONCLUSIONES

Para TCPA y TCPR C5 presentó el mismo comportamiento con relación a C7; por el contrario, otras cepas presentan valores superiores al testigo y pueden ser una opción para la producción de biofertilizantes y para promover el establecimiento inicial de plántulas en la consolidación de la pradera en condiciones de campo en zonas áridas.

Agradecimientos. Se agradece a las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su apoyo para la consolidación del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

1. Del Pozo PP, Herrera RS, García M, Cruz AM, Romero A. Análisis de crecimiento y desarrollo del pasto estrella con y sin adición de fertilizante nitrogenado. Rev Cub Cienc Agrí 2001;35(1):51-58.

- Pérez AJA, García ME, Enríquez QJF, Quero CAR, Pérez PJ, Hernández GA. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "Mulato" (*Brachiaria* híbrido, cv.) *Téc Pec Méx* 2004.42(3):447-458.
- Statistical Analysis System (SAS). 2003. User's Guide: statistics. Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.
- Zaragoza EJ, Hernández GA, Pérez PJ, Herrera HJG, Osnaya GF, Martínez HPA, González MSS, Quero CAR. Análisis de crecimiento estacional de una pradera asociada alfalfa-pasto ovillo. *Téc Pecu Méx* 2009;47(2):173-188.

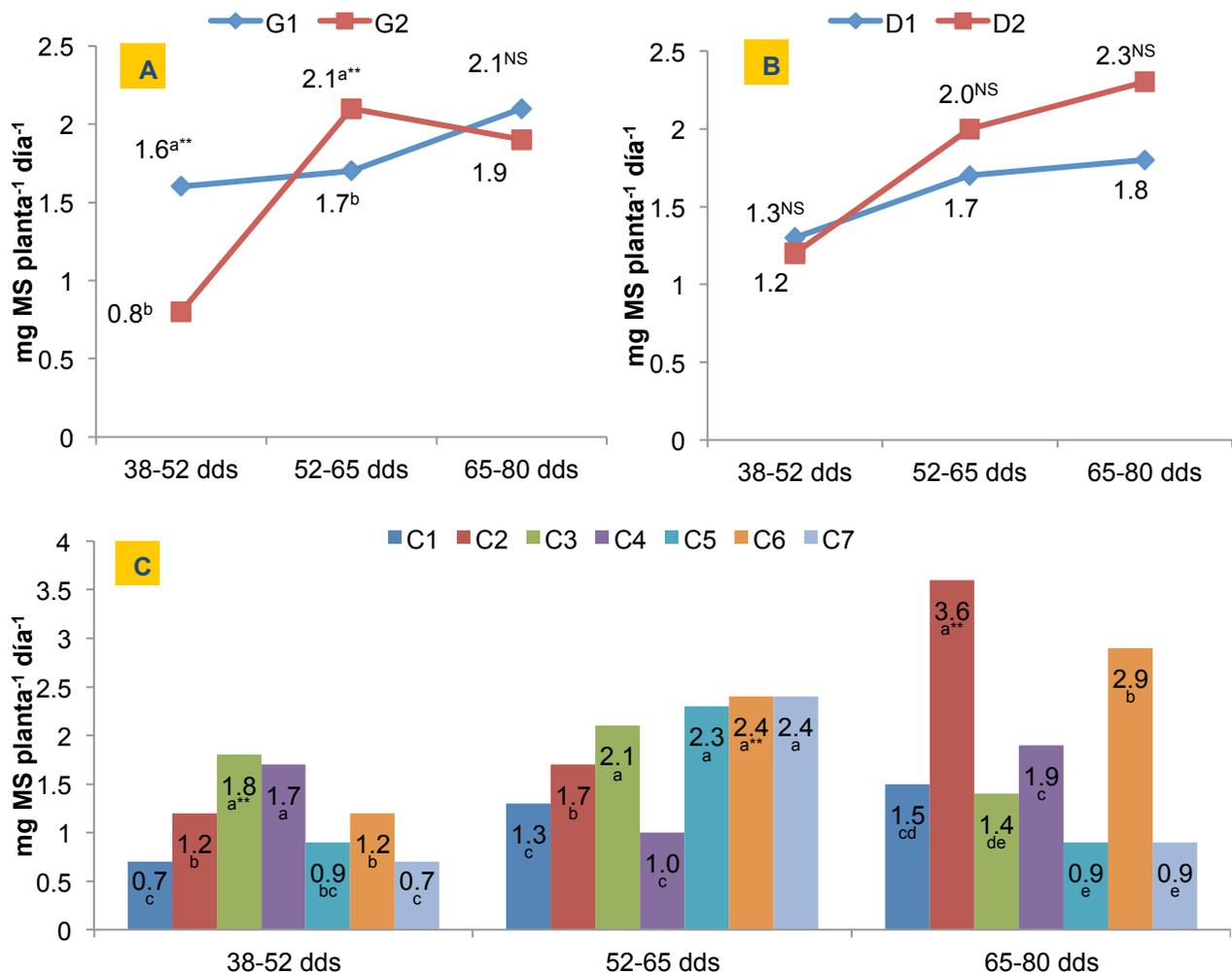


Figura 2. Tasa de crecimiento de la parte radical (TCPR) en dos genotipos de *Bouteloua curtipendula* (A), dosis de inoculación (B) y cepas evaluadas (C) en diferentes fechas de muestreo. Genotipos G1= La Zarca, G2=5. Dosis de inoculación D1= 0.5 y D2= 1 ml de inóculo tubin⁻¹ de 70cc. Cepas evaluadas C1= *Bacillus* spp., a66; C2= *Burkholderia gladioli*, I27; C3= *Sphingomonas paucimobilis*, I95; C4= *S. paucimobilis*, S73; C5= *Bacillus* spp., ZA40; C6= consorcio; C7= testigo (sin inoculación). dds= días después de la siembra. ^{NS} diferencia no significativa ($P>0.05$) ^{**} Literales diferentes entre columnas indican diferencia significativa ($P<0.01$).

014 COMPETENCIA DE GRAMÍNEAS INTRODUCIDAS EN CAMA DE SIEMBRA CON RASTREO PARCIAL

INTRODUCED GRASSES COMPETITION UNDER PARTIAL HARROW SEEDBED

Raúl Corrales Lerma^{*1}, Carlos Raúl Morales Nieto²

¹ Alumno de Posgrado en Recursos Naturales de la Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH; ² Maestro-Investigador de la Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Km 1 Perif. F.R. Almada. C.P 31031, Apdo. Postal 4-28 Chihuahua, Chih., México. Tel. (614) 231-1010. (p220362@uach.mx; cnieto@uach.mx).

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el zacate llorón (*Eragrostis curvula*) y su competencia con el zacate (*Eragrostis Lehmanniana*) africano en un pastizal mediano abierto. Se dejó un área sin labranza invadida con zacate africano (CS-1) y se preparó una cama de siembra (CS) en bandas con rastra de discos (CS-2). Las variables evaluadas fueron: densidad de plantas por especie (DPE), producción de materia seca por especie (MSE), densidad de plantas totales (DPT) y producción de materia seca total (MST). Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS 9.1.3 con el procedimiento GLM y prueba de Tukey, $\alpha = 0.05$. La CS-1 presentó mayor ($P < 0.001$) porcentaje de zacate africano (90.5%). El menor ($P < 0.001$) rendimiento de MS fue para la CS-1 (1107 ± 138 Kg MS ha^{-1}). En la CS-2 el zacate llorón presentó el mayor ($P < 0.001$) rendimiento de MS (2397 ± 157). La preparación de CS con rastra parcial favoreció el establecimiento y rendimiento de MS del zacate llorón, además se presentó una disminución significativa en plantas de zacate africano.

Palabras clave: zacate llorón, zacate africano, rastreo parcial.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the *Eragrostis curvula* (Ercu) and its competition vs *Eragrostis lehmanniana* (Erle) in a medium open grassland. An area invaded with Erle was left without tillage (SB-1) and a seedbed bands under disc harrow (SB-2) was prepared. Were evaluated: plant density by species (PDS), dry matter production by species (DMS), total plant density (TPD) and total dry matter production (TDM). The analysis was under SAS 9.1.3 proc. GLM and tukey test, $\alpha = 0.05$. SB-1 had higher ($P < 0.001$) percentage of Erle (90.5%). The lower ($P < 0.001$) DM yield was for SB-1 (1107 ± 138 kg DM ha^{-1}). SB-2 Ercu had the highest ($P < 0.001$) DM yield (2397 ± 157). SB partial harrow preparing favored and performance of Ercu DM yield, also a significant decrease in Erle plants appeared.

Key words: *Eragrostis curvula*, *Eragrostis lehmanniana*, partial harrow.

INTRODUCCIÓN

La sequía y malas prácticas de manejo han causado altos porcentajes de suelo desnudo, compactación, mal drenaje, escurrimientos superficiales y encostramiento (Illius y Connor, 1999; Morales *et al.*, 2008). Estas condiciones han contribuido en la aparición y proliferación de especies invasoras como zacate africano (*Eragrostis lehmanniana* Ness) y zacate rosado (*Melinis repens*; Carrillo *et al.*, 2009; Morales *et al.*, 2014). Existen diferentes alternativas para el combate de especies no deseadas en las tierras de pastoreo (Ditomaso, 2000). El uso de implementos como rastras, arados, subsuelos y rodillo aereador han sido utilizados para erradicar y/o disminuir este tipo de

plantas (Loredo, 2005; Gruver y Wander, 2013). Ante tal situación, es necesario que los recursos forrajeros deteriorados se recuperen a corto plazo, empleando prácticas de manejo y conservación del suelo. Una buena preparación de cama de siembra puede reducir o eliminar la vegetación menos deseada. El objetivo fue evaluar una cama de siembra preparada con rastreo parcial y su impacto en el establecimiento, producción de forraje del zacate llorón, así como la reducción del zacate africano en un pastizal mediano abierto deteriorado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Rancho Experimental La Campana del INIFAP, ubicado en el km 80 carretera Chihuahua–Cd. Juárez, Chihuahua, Chih. México; 29°16'01" N y 106°21'26" O. Altitud de 1550 msnm, temperatura media anual entre 15 y 18°C, con precipitación media anual de 355 mm. Suelos profundos con textura franco arenosa, buen drenaje interno, escurrimiento superficial moderado y pH de 5.3 a 6.6. (Royo y Melgoza, 2001). Se seleccionó un área aproximada de 200 ha que presentaba pérdida de especies clave, problemas de sobrepastoreo y dominancia de zacate africano. El área se dividió en dos lotes de aproximadamente 100 ha cada uno. Se dejó un lote sin labranza y se asignó como cama control (CS-1). Adyacente a éste, se preparó el segundo lote con una rastra de seis metros de corte conformada por 29 discos de 52" de diámetro y peso aproximado de 238 kg por disco. Se dejaron bandas de escurrimiento de seis metros (área sin rastrear) y fue la cama de siembra rastreo parcial (CS-2). Se utilizó una sembradora Truax 800 con flujo controlado de semilla y los implementos fueron movidos por un tractor Challenger de 525 hp. Se utilizó una mezcla de pastos y se aplicaron 5.26 kg ha⁻¹: 25% de navajita azul (*Bouteloua gracilis*), 25% banderita (*Bouteloua curtipendula*), 5% de gigante (*Leptochloa dubia*), 40% de llorón y 5% de *Sorghum almum* como nodriza. La cantidad de semilla utilizada, se ajustó con base a la garantía en etiqueta de venta. La unidad muestral fue de 1 m² (1 m x 1 m) y el muestreo fue aleatorio sistemático. El área de estudio fue excluida de pastoreo durante dos años. Las variables evaluadas fueron: densidad de plantas por especie (DPE), producción de materia seca por especie (MSE), densidad de plantas totales (DPT) y producción de materia seca total (MST). Para estimar el peso de materia seca (MS) se secaron las muestras a sol por un periodo de 21 días. El pesaje se hizo en una báscula Viper BC Mettler Toledo. Los resultados se analizaron bajo el modelo: $y_{ij} = \mu + c_j + e_{ij}$, Dónde: y_{ij} = variable de respuesta, μ = media general, c_j = efecto fijo de la j -ésima cama de siembra, e_{ij} = error experimental. Se utilizó el procedimiento GLM del programa estadístico SAS 9.1.3 (2006) con la prueba de Tukey para comparación de medias con $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precipitación media anual registrada en el año 2012 fue de 349.4 mm, de los cuales 312.5 mm ocurrieron de julio a octubre, similar a la media histórica que oscila alrededor de los 355 mm. En 2013 la acumulación, fue de 550 mm con 477.6 mm durante el periodo de lluvias (julio-octubre) y superó la precipitación histórica. La temperatura media registrada en el municipio de Chihuahua para el 2012 y 2013 fue de 16.2 °C y 15.75 °C, respectivamente (CONAGUA, 2014).

Densidad de plantas totales. Se encontró efecto ($P < 0.001$) por cama de siembra. La CS-1 presentó mayor ($P < 0.001$) DPT que las CS-2 (20 ± 1.1 vs 16 ± 1.1 plantas por metro cuadrado ($P\ m^{-2}$), respectivamente). Aunque en la CS-1 no se llevó a cabo una resiembra, lo anterior puede relacionarse a que al ser excluida el área de estudio, el banco natural de semilla en la CS-1 dominado por zacate africano presentó mayor emergencia que la cama preparada con rastra. Esta especie produce un banco de semilla notorio y la mayor parte de ésta se encuentra entre la superficie del suelo y/o a poca profundidad (Guevara *et al.*, 2007).

Densidad de plantas por especie. El zacate africano mostró la mayor ($P < 0.001$) DPE ($18\ P\ m^{-2}$) en la CS-1 con dominancia de 90.5%. Ésta gramínea es considerada como especie invasora y de bajo valor forrajero (Moran *et al.*, 2009), aunado a esto presenta diversas características competitivas como rápido crecimiento y alta producción de semillas (Royo *et al.*, 2010; Carrillo *et al.*, 2009). Las especies nativas, navajita azul, banderita y gigante no presentaron diferencia entre las CS. La CS-1 no mostró presencia de zacate llorón ($P > 0.1$; Cuadro 1).

Cuadro 1. Densidad relativa de plantas por especie por cama de siembra

Especie	Densidad relativa (%)	
	CS-1	CS-2
<i>Bouteloua curtipendula</i>	0.94	0.84
<i>Bouteloua gracilis</i>	0.94	0.84
<i>Leptochloa dubia</i>	0.50	0.56
<i>Eragrostis curvula</i>	0.00	57.00
<i>Eragrostis lehmanniana</i>	90.57	40.76
Otras plantas	7.05	0.00

CS-1= cama control, CS-2= rastreo parcial.

La CS-2 presentó mayor ($P < 0.001$) DPE en zacate llorón (Cuadro 2), el establecimiento de esta gramínea coincide con resultados obtenidos por Esqueda *et al.* (2005), quienes en un estudio con secuencias de humedad-sequía, demostraron que el zacate llorón mostró mejor establecimiento que otras especies resembradas. Es importante mencionar que aunque el zacate llorón es introducido, se considera una planta de buen valor forrajero (Royo y Melgoza 2001; Santos, 2005).

Cuadro 2. Medias de mínimos cuadrados (\pm error estándar) en densidad de plantas de los zacates africano (*Eragrostis lehmanniana*) y llorón (*Eragrostis curvula*) por cama de siembra

Cama de siembra	Media \pm EE ($P\ m^{-2}$)	
	Zacate africano	Zacate llorón
Cama testigo (CS-1)	18 ± 1.1^a	0 ± 0.6^c
Rastreo en bandas (CS-2)	6 ± 1.1^c	9 ± 0.6^a

$P\ m^{-2}$ = plantas por metro cuadrado

Producción de materia seca. Se encontró efecto ($P < 0.001$) por cama de siembra. La rastra parcial presentó el mayor ($P < 0.001$) rendimiento de MS. A pesar que la CS-1 presentó mayor DPL, la diferencia de MS entre ellas fue más del doble (Cuadro 3). Esto explica el efecto que tuvo la preparación del suelo sobre el establecimiento y la producción de forraje. Fierro *et al.* (1979) evaluaron cuatro camas de siembra y

encontraron que las microcuencas tuvieron mayor producción de forraje pero con altos costos, a su vez, los bordos a nivel presentaron buenos resultados en rendimiento de MS ha⁻¹ con un costo de 54% menos que las microcuencas. Royo *et al.* (2010) hacen hincapié en la importancia de las camas de siembra, ya que se rompe la capa dura del suelo, ayuda a la captación e infiltración del agua, favorece la emergencia, establecimiento e incrementa la producción de forraje.

Cuadro 3. Medias de mínimos cuadrados (\pm error estándar) de producción de materia seca por cama de siembra

Cama de siembra	Media \pm EE (kg MS ha ⁻¹)
Cama control (CS-1)	1107 \pm 154 ^b
Rastreo en bandas (CS-2)	2397 \pm 154 ^a

^{a b} Medias con diferente literal indican diferencia estadística (P<0.05). kg MS ha⁻¹ = kilogramos de materia seca por hectárea.

Producción de materia seca por especie. A pesar del alto número de P m⁻² de zacate africano que presentó la CS-1, el rendimiento de MS en esta especie fue menor (P<0.001) al de la CS-2. El zacate llorón no se presentó en la CS-1. En la CS-2 el rendimiento de MS fue superior (P<0.01) al de zacate africano (Cuadro 4). Esto quizá se deba a la preparación del terreno, ya que es posible que se hayan propiciado las condiciones para que con menos P m⁻², aumente el peso de MS. Lo anterior coincide con otras investigaciones que aseguran que con una buena preparación del terreno, se incrementa el establecimiento y la productividad de pastos resemebrados (Fierro, 1979; Loredó, 2005; Morales *et al.*, 2012).

Cuadro 4. Medias de mínimos cuadrados (\pm error estándar) en producción de materia seca de los zacates africano (*Eragrostis lehmanniana*) y llorón (*Eragrostis curvula*) por cama de siembra

Cama de siembra	Media \pm EE (kg MS ha ⁻¹)	
	Zacate africano	Zacate llorón
Cama testigo (CS-1)	794 \pm 94 ^{ab}	0.0 \pm 125.6 ^c
Rastreo en bandas (CS-2)	865 \pm 94 ^{ab}	1479 \pm 125.6 ^a

^{a b c} Medias con diferente literal en la columna indican diferencia estadística (P<0.05). kg MS ha⁻¹ = kilogramos de materia seca por hectárea.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La preparación de cama de siembra con rastreo parcial favoreció el establecimiento de zacates, incrementó la producción de materia seca por hectárea y redujo la presencia del zacate africano más del 60% después de la resiembra. Una buena preparación del terreno con rastra de discos de 52" incrementa la producción de materia seca por hectárea. En la cama preparada con rastreo parcial el zacate llorón presentó la mayor densidad de plantas por metro cuadrado y la mayor producción de materia seca por hectárea. La resiembra no favoreció ni afectó el establecimiento y la producción de forraje de los zacates navajita azul, banderita y gigante.

Se recomienda realizar una buena preparación de cama de siembra con rastreo parcial para combatir especies invasoras e incrementar la producción de materia seca, sin dejar de incluir especies clave del sitio al momento de la siembra.

LITERATURA CITADA

- I) Carrillo SSM, Arredondo T, Huber-Sannwald E, Flores J. Comparación en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas entre gramíneas nativas y exóticas del pastizal semiárido. *Téc Pecu Méx* 2009; (47):299-312.
- II) CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. Centro de previsión meteorológica. Chihuahua 2014; Disponible: Chihuahua.omar.payan@conagua.gob.mx. Consultado 05 may, 2014.
- III) Ditomaso JM. Invasive weeds in rangelands: Species, impacts, and management. *Weed Science* 2000; (48):255-265.
- IV) Esqueda CMH, Melgoza A, Sosa M, Carrillo R, Jiménez J. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferentes secuencias de humedad/sequía en tres tipos desuelo. *Téc Pecu Méx* 2005; (43):101-115.
- V) Fierro LC, Javalera J, González MH, Ibarra F. Comparación del establecimiento de cuatro mezclas y tres niveles de semillas de zacate nativo e introducido en cuatro tipos de preparación de cama de siembra. *Pastizales RELC-INIP-SARH* 1979; (10):2-7.
- VI) Guevara JC, Estevez OR, Stasi CR. Influencia de la introducción de *Eragrostis lehmanniana* sobre la comunidad de gramíneas en la Reserva de Ñacuñán (Mendoza, Argentina). *Rev. FCA UNCuyo* 2007; (34):1-7.
- VII) Gruver J, Wander M. Use of Tillage in Organic Farming Systems: The Basics 2013. Disponible: www.extension.org/.../use-of-tillage-in-organic-farming-systems. Consultado 13 mar, 2014.
- VIII) Illius AW, Connor TGO. On the relevance of non equilibrium concepts to arid and semiarid grazing systems. *Ecological Applications* 1999; (9):798–813.
- IX) Loredó OC. Prácticas para la conservación del suelo y agua en zonas áridas y semiáridas. INIFAP-CIRNE. Campo Exp. San Luis. Libro técnico 2005; (1):1-87.
- X) Morales NCR, Saucedo R, Jurado P. Rehabilitación y mejoramiento de pastizales. “Rancho Experimental la Campana 50 años de investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal”. Libro técnico 2008; (2):91-109.
- XI) Morales NCR, Enríquez JF, Villanueva JF, Herrera F, Quero AR, Becerra J, Sánchez RA, Jurado P. Manual para el establecimiento y manejo de semilleros de especies forrajeras en México. C. E. Santiago Ixcuitla. INIFAP-SAGARPA. Folleto técnico N° 21 p76; 2013.
- XII) Morales NCR, Vélez CE, Pinedo C, Gutiérrez OG. Características del zacate rosado (*Melinis repens*) y su comportamiento como especie invasora en pastizales de Chihuahua. Manual técnico N° 12. Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Chihuahua, Chih.; 2014.
- XIII) Royo MH, C Melgoza. Listado florístico del campo experimental La Campana y usos de su flora. *Téc Pecu Méx* 2001; (39):105-125.
- XIV) Royo MH, Sierra JS, Morales CR, Jurado P. Prácticas de conservación y rehabilitación de agostaderos. S.E. La Campana-Madera. INIFAP-SAGARPA: Folleto Técnico N° 29 p52; 2010.
- XV) Santos LE. Establecimiento del zacate llorón (*Eragrostis curvula*) y del ww-b. dahl (*Bothriochloa bladhii*) bajo condiciones de riego y temporal en el noroeste y sur del estado de Chihuahua (Tesis de Maestría). Chihuahua, Chih. México. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua; 2005.
- XVI) SAS. SAS/STAT User’s guide (Release 9.1.3). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 2006.

015 EMPLEO DEL SORBITOL Y SU RESPUESTA EN EMBRIOGENESIS SOMÁTICA DE *Bouteloua curtipendula* APOMÍCTICA.

Álvaro Bernal-Flores¹, Adrián Raymundo Quero-Carrillo¹, Paulino Pérez-Rodríguez¹,
Hilda Araceli Zavaleta-Mancera¹

¹Colegio de Postgraduados, Carr. México Texcoco, km 36.5, Montecillo, 56230, Texcoco Edo. de México. e-mail de correspondencia: ber.flores12@gmail.com

RESUMEN

El aprovechamiento de técnicas de cultivo de tejidos posee la limitante de baja eficiencia de recuperación de plántulas en pastos, lo que ha limitado el aprovechamiento de las bondades del uso de técnicas de laboratorio para incrementar la diversidad disponible y/o aplicar diversas biotecnologías (silenciamiento de genes, transformación genética, entre otras) a los pastos de temporal. Pasto Banderita *Bouteloua curtipendula* Michx. (Torr.), es una planta forrajera de gran importancia en el norte de México, principalmente para pastoreo extensivo. Para optimizar las condiciones del cultivo de tejidos en esta especie, se evaluaron cinco tratamientos de inducción de callos y dos medios de regeneración. Callos desarrollados a partir de explantes de tallo y raíz, colocados en medios suplementados solo con 2,4-D, Dicamba y Picloram, no mostraron regeneración. Sin embargo, se obtuvo una frecuencia de regeneración del 8% en callos procedentes de medio suplementado con 6-benzilaminopurina (BAP=0.2 mg L⁻¹) y sorbitol (0.6 mM). Solo callos procedentes de este medio mostraron regeneración cuando fueron colocados en medio de regeneración suplementado con cinetina (1 mg L⁻¹), ácido naftalenacético (0.3 mg L⁻¹) y ácido giberélico (0.4 mg L⁻¹). Así, el estrés osmótico y las hormonas vegetales exógenas, indujeron respuestas favorables para llevar a cabo la regeneración de plántulas en callos provenientes del tratamiento MS5, con lo cual abre una pauta para seguir trabajando en esa línea y lograr protocolos de regeneración eficientes.

Palabras clave: Cultivo de tejidos, D-sorbitol, pasto banderita, especie apomictica.

ABSTRACT

Tissue culture techniques possess the limiting factor of a low efficiency in plant recovery for grasses, which has limited the utilization of lab techniques to increasing available genetic diversity and/or to apply biotechnological tools (gene silencing, genetic transformation, among others) to rain-fed grasses. Sideoats grama *Bouteloua curtipendula* Michx. (Torr.), is a very important key species within northern Mexico, mainly for grazing. In order to achieve a better plant recovery within this species, five calli induction treatments were evaluated using two plant regeneration media. Calli originated from stem and roots were placed within supplemented media using only 2,4-D, Dicamba, and Picloram did not show plant regeneration; however, a low frequency of 8% was observed for calli from media supplemented using 6-benzilaminopurine (BAP=0.2 mg L⁻¹) and sorbitol (0.6 mM). Only calli from this media showed plant regeneration once placed on regeneration media supplemented with kinetin (1 mg L⁻¹), naphthalenacetic acid (0.3 mg L⁻¹), and gibberellic acid (0.4 mg L⁻¹). Hence, osmotic stress as well as exogenous plant hormones induced favorable responses to achieve seedling

regeneration from *calli* on MS5 based media. This combination open new opportunities to define efficient protocols for seedling regeneration.

Key words: grass tissue culture, D-sorbitol, sideoats grama, seedling regeneration.

INTRODUCCIÓN

El pasto Banderita *Bouteloua curtipendula* Michx. (Torr.), es una especie nativa de zonas áridas y semiáridas de México, por su importancia forrajera y valor nutritivo es una de las principales forrajeras utilizada en el pastoreo de herbívoros, constituyendo una especie clave de los pastizales, ésta es una especie C₄, apomictica facultativa, por su amplia variabilidad y riqueza genética, es una especie con que ofrece un amplio potencial para su mejoramiento genético. En cultivo de tejidos, *B. curtipendula* ha sido considerada una especie recalcitrante por su baja capacidad de regenerar plántulas completas *in vitro*. Afortunadamente, con los avances en biología molecular y biotecnología, es posible obtener respuestas que coadyuven a la aplicación de técnicas de cultivo de tejidos al mejoramiento genético de esta especie. El cultivo de tejidos es una herramienta que ha sido utilizada comúnmente en el mejoramiento de cultivos vegetales; sin embargo, el desarrollo de protocolos de regeneración ha sido un aspecto difícil en pasto Banderita, lo que limita su aplicación y, a la fecha, no se conocen protocolos de regeneración eficientes. El uso de sorbitol ha mostrado buena respuesta en cultivos como maíz (Swedlund y Locy, 1993) y arroz (Huang *et al.*, 2012), para el crecimiento de callos embriogénicos e incrementos en porcentaje de regeneración, respectivamente. El estrés osmótico causado por este compuesto ha sido asociado con la respuesta de morfogénesis, ya que éste promueve la dediferenciación celular y puede inducir la formación de embriones somáticos (Fehér *et al.*, 2003). El objetivo de la presente investigación fue evaluar la respuesta del sorbitol en la regeneración de callos en pasto Banderita.

MATERIALES Y MÉTODOS

Un ecotipo (e-303) de *B. curtipendula* sobresaliente por su rendimiento en campo, fue seleccionado para cultivo de tejidos. Cariópsides maduros desprovistos de lemas y paleas fueron desinfectados superficialmente en etanol al 70% (v/v), durante 2 minutos; posteriormente, colocados en solución con Ridomil y Promyl, ambos a 1 g L⁻¹ y, finalmente, colocados en cloro al 30% (v/v), con dos gotas de jabón líquido durante 30 minutos y enjuagados 5 veces con agua estéril. Diferentes medios de inducción y regeneración a diferentes concentraciones fueron empleados como tratamientos (Cuadro 1). Tres tipos de explante fueron usados para inducción de callos, de la siguiente manera: 1). *Ápice de vástago*: Semillas germinadas en medio MS0, fueron empleadas para producir plántulas y obtener explantes. Segmentos de 15 mm de largo fueron cortados de plántulas de 8 días de edad y colocados en medio de inducción MS-1, MS2 y MS-3. 2). *Ápice de raíz*: Segmentos de 15 mm de largo, procedentes de las mismas plántulas, de las que se extrajeron los ápices de vástago, fueron usados para la inducción de callos en medio de MS-1, MS2 y MS-3. 3). *Cariópsides maduros*: Un promedio de 40 semillas desinfectadas como se describió anteriormente, fueron colocados directamente en medio de inducción MS-4, MS5. Los cariópsides fueron dejados durante 14 días en MS5 y posteriormente, se colocaron en medio normal suplementado con 2,4-D 1 mg L⁻¹ y BAP 0.2 mg L⁻¹. Todos los explantes fueron colocados en obscuridad a 25 ± 1 °C, por un fotoperiodo de 14 h. Los callos fueron sub-

cultivados cada 20 días. Los datos fueron analizados como dos experimentos independientes y Tukey ($P < 0.05$) para comparación de medias. La frecuencia de inducción y regeneración fue analizada mediante análisis de varianza (ANOVA) de tres vías y los datos fueron transformados mediante la función arco seno.

Cuadro 1. Medios de inducción y regeneración usados en *B. curtispindula*.

Medio	Composición
MSO	MS basal (Murashige and Skoog, 1962), sacarosa 10 g L ⁻¹ .
MS-1	MS 4.4 g L ⁻¹ , sacarosa 20 g L ⁻¹ , 2,4-ácido Diclorofenoxiacético (2,4-D) 1 mg L ⁻¹ .
MS-2	MS 4.4 g L ⁻¹ , sacarosa 20 g L ⁻¹ , Picloram 1 mg L ⁻¹ .
MS-3	MS 4.4 g L ⁻¹ , sacarosa 20 g L ⁻¹ , Dicamba 1 mg L ⁻¹ .
MS-4	MS 4.4 g L ⁻¹ , sacarosa 20 g L ⁻¹ , 2,4-D 1 mg L ⁻¹ , cinetina 0.2 mg L ⁻¹ .
MS-5	MS 4.4 g L ⁻¹ , sacarosa 20 g L ⁻¹ , 2,4-D 1 mg L ⁻¹ , Benzilaminopurina (BAP) 0.2 mg L ⁻¹ , 0.6 mM de D-sorbitol.
M-1	Cinetina 1 mg L ⁻¹ , ácido naftalenacético (ANA) 0.3 mg L ⁻¹ , ácido giberelico (GA ₃) 0.4 mg L ⁻¹ .
M-2	Cinetina 1 mg L ⁻¹ , BAP 0.2 mg L ⁻¹ , GA ₃ 0.4 mg L ⁻¹ .

Todos los medios fueron solidificados con phytigel 3 g L⁻¹, pH ajustado a 5.7-5.8 con Na OH-1N.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inducción de callos. Diferentes tipos de callo fueron obtenidos entre explantes. Callos suaves acuosos y secos fueron observados en 2,4-D, dicamba y picloram. Una respuesta similar fue reportada en las variedades Haskell y Vaughn, obtenidos con picloram adicionado con TDZ (Bernal-Flores *et al.*, 2013). Una mayor proporción de éstos fueron observados en dicamba y picloram con 78 y 85%, respectivamente. Explantes de raíz produjeron tanto callos suaves como callos friables, una mayor proporción de callos friables fueron observados en 2,4-D con 15.3% (Fig. 1).

Figura 1. Callos priedominantes, obtenidos en diferente medio de inducción para *B. curtispindula*.



CE: Callo embriogénico, Barra: 1 mm.

Se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos para varios explantes, en la inducción de callos (Cuadro 2). El medio suplementado con dicamba mostró 95% de efectividad en la inducción de callos; mientras que, 80% de callos fueron observados para 2,4-D en raíz. Callos presumiblemente embriogénicos (CE) fueron obtenidos en MS4 y MS5, un menor porcentaje en la frecuencia de inducción fue observado en el medio MS4.

Cuadro 2. Efecto del medio en la inducción de callos, en explantes de *B. curtipendula*.

Tratamiento	% de inducción de callos		
	Tallo	Raíz	Cariópsides
MS-1	90 ± 2.5 a	80 ± 3.1 a	
MS-2	73 ± 2.5 b	55 ± 3.7 b	
MS-3	95 ± 3.1 a	25 ± 4.0 c	
MS-4			16.8 ± 5.0 b
MS-5			67.5 ± 5.1 a

Los datos mostrados son promedios generales ± error estándar. ^{a,b,c}Letras diferentes dentro de columna son significativamente diferentes (P<0.05).

La gran mayoría de callos obtenidos utilizando MS-1, MS-2 y MS-3, correspondieron a callos suaves. Mayor porcentaje de callos friables se observaron para MS-4 y MS-5, presumiblemente embriogénicos. El desarrollo de embriones somáticos con escutelo fusionado, descrito en esta investigación, es similar al reportado para *Brachiaria brizantha*, como un resultado de acumulación de 2,4-D en la célula (Cabral *et al.*, 2011).

Regeneración de planta. Callos suaves acuosos y secos, no fueron viables para la regeneración de plántulas y para todos los medios evaluados. Callos friables obtenidos de explantes en tallo y raíz, presentaron pigmento clorofílico y pelos radicales con ambos medios de regeneración, pero no mostraron plántulas. Callos embriogénicos obtenidos en medios MS4 y MS5, a partir de cariópsides, fueron los de mayor viabilidad para la formación de plántulas; sin embargo, con un porcentaje de regeneración observado aún es bajo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Frecuencia de regeneración utilizando dos medios diferentes, en callos de pasto Banderita, procedentes de diferente tipo de explante.

Tratamientos	% de regeneración		
	Tallo ¹	Raíz ²	Cariópsides
M-1	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	8.2 ± 0.7 ³
M-2	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0 ^{3,4}

^{1,2} Callos obtenidos en medios MS1, MS2 y MS3; ³callos procedentes del medio MS5, ⁴callos procedentes de MS4 y MS5. Los datos mostrados son promedios generales ± error estándar.

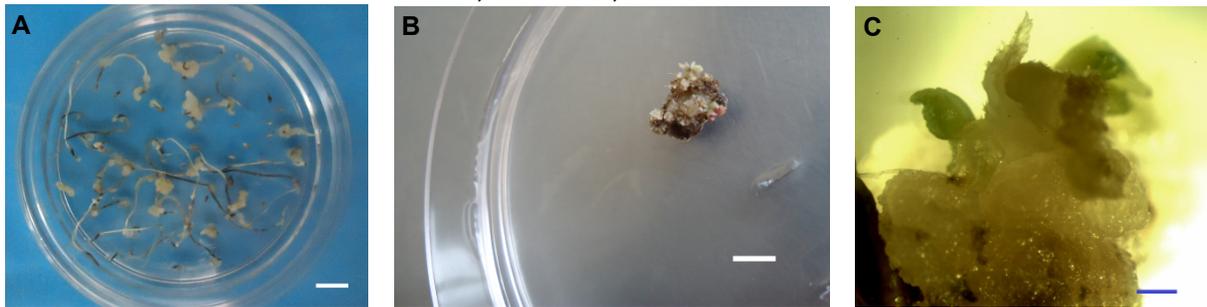
Callos provenientes de cariópsides y medios suplementados con citocininas, favorecieron la aparición de callos embriogénicos. La combinación de CIN/ANA/GA₃ (M-1), fue el único medio que favoreció la aparición de plántulas (Fig. 2). La importancia del estrés osmótico y hormonas vegetales exógenas ha sido investigada en muchos estudios con buenos resultados en el incremento de la regeneración de plantas (Huang *et al.*, 2012). La regeneración de plantas únicamente se presentó en callos procedentes de medio suplementado con sorbitol (MS5); mientras que callos embriogénicos formados en medio MS4, no presentaron regeneración, debido a que estos callos mostraron escutelos fusionados (Fig. 1C). Esta característica de embriones fusionados, fue reportada en el pasto apomictico *B. brizantha* (Cabral *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que el estrés osmótico inducido en callos MS5 y la combinación de los reguladores de crecimiento del medio de regeneración M-1, favorecieron el desarrollo de plántulas. Desafortunadamente una combinación de CIN/BAP/GA₃ no mostró efecto para callos inducidos en los diferentes tratamientos.

Esta investigación es un avance para la obtención de un protocolo eficiente de regeneración que permita aplicar técnicas de manipulación genética en esta especie y los resultados parciales mostrados son de gran importancia para trabajos futuros.

Figura 2. Respuesta de regeneración, en callos obtenidos a partir de cariósides en medio suplementado con sorbitol. A) cariósides de *B. curtipendula* en medio MS5, B) Desarrollo de callos embriogénicos, C) primordio foliar desarrollado después de transferirlo a medio M-1. Barra: A, B= 1 cm, C= 1 mm.



Agradecimientos. Se agradece a las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su apoyo para la consolidación del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Bernal Flores A, Quero-Carrillo AR, Pérez-Rodríguez P, Wang Z, Zavaleta Mancera HA, Ortega-Cerrilla ME. Callos Suaves Incrementan la Eficiencia de Regeneración en Pasto Banderita (*Bouteloua curtipendula* Michx. Torr.). IV Congreso Internacional de Manejo de pastizales (Resumen). Texcoco, Edo de México. 2013. Pp. 160-164.
- Cabral GB, Carneiro VTC, Lacerda AL, do Valle CB, Martinelli AP, Dusi DMA. Somatic embryogenesis and organogenesis in apomictic and sexual *Brachiaria brizantha*. *Plant Cell Tiss Organ Cult* 2011; 107:271-282.
- Fehér A, Pasternak TP, Dudits D. Transition of somatic plant cells to an embryogenic state. *Plant Cell Tiss Organ Cult* 2003; 74:201-228.
- Huang W-L, Lee Ch-H, Chen Y-R. Levels of endogenous abscisic acid and indole-3-acetic acid influence shoot organogenesis in callus cultures of rice subjected to osmotic stress. *Plant Cell Tiss Organ Cult* 2012; 108:257-263.
- Swedlund B, Locy RD. Sorbitol as the primary carbon source for the growth of embryogenic callus of maize. *Plant phisiol* 1993; 103:1339-1346.

**016 POTENCIAL FORRAJERO DE 10 GENOTIPOS DE PASTO BANDERITA
[*Bouteloua curtipendula* (MICHX.) TORR.] POR EL MÉTODO DE
COMPONENTES PRINCIPALES**

FORAGE POTENTIAL OF 10 GENOTYPES OF SIDEOATS GRAMA (*Bouteloua curtipendula* (MICHX.) TORR.) BY THE PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSES

¹Juan Fernando Sánchez-Arroyo, ²Adrián Raymundo Quero-Carrillo, ¹Francisco Oscar Carrete-Carreón, ³Carlos Raul Morales-Nieto y ¹Manuel Murillo-Ortiz

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UJED. Carretera Durango-EI Mezquitil, km 11.5, Durango, Dgo. Fax: (618)810-0703. focc1928mx@yahoo.com

²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera Federal México- Texcoco, C.P. 56230 Montecillo, Texcoco, Estado de México Tel. Vía Texcoco (595) 95-2-02-00 Tel. Vía D. F. (55) 58-04-59-00. queroadrian@colpos.mx

³Facultad de Zootecnia y Ecología-UACH. Periférico Francisco R. Almada Km 1. Chihuahua, Chih. C.P. 31453. Fax: 614 434 0303. morales_nieto_c_r_@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el potencial forrajero de 10 genotipos de pasto banderita mediante el análisis de componentes principales y conglomerados de variables morfológicas y químicas. Se utilizaron 9 genotipos sobresalientes de pasto banderita que son producto de una colecta nacional, además de la variedad comercial “El Reno”, la cual se utilizó como testigo. En plantas en pie se midió número de tallos (DT), altura del forraje (AF), largo de hoja en cm (LH) y ancho de hoja en cm (AH). Se tomaron muestras, se deshidrataron y se determinó rendimiento de forraje (en g/planta, RF) y en laboratorio se analizó proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA). Se graficó utilizando el MINITAB v15. Los resultados indican que las variables PC (42.2 %), FDN (20.6 %) y DT (18.8 %) son las de mayor peso estadístico, por tal razón, son sugeridas para estudios posteriores acerca de su potencial forrajero. Los componentes PC, FDN y DT resultaron ser las variables que determinan el 81.6 % de la varianza del potencial forrajero de los genotipos. Se concluye que los genotipos 241, 303 y 417 fueron los de mejor aptitud forrajera.

Palabras clave: Banderita, genotipos, potencial forrajero.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the forage potential of 10 sideoats grama genotypes using principal components analysis and cluster of morphological and chemical variables. Nine outstanding native sideoats grama genotypes that resulted from a national collection were used, in addition to the commercial variety El Reno which was used as a control. In standing plants, DT, AF, LH and AH were measured; Samples were collected, dehydrated and RF was determined and laboratory PC, NDF and ADF were analyzed. The MINITAB v15 was used to make the plots. The results indicate that PC (42.2%), NDF (20.6%) and DT (18.8%) variables have the most statistical weight; for that reason, these are suggested for further studies about their forage potential. The CP, NDF and DT components proved to be the variables

that determine the 81.6% of the variance of the forage potential of genotypes. It is concluded that genotypes 241, 303 and 417 were the best forage aptitude. **Key words:** Sideoats grama, genotypes, forage potential.

INTRODUCCIÓN

Una recolección eficiente de germoplasma en poblaciones nativas es la clave para iniciar programas de selección de germoplasma y mejoramiento genético. Para efectuar la caracterización de la colecta se asegura la mayor diversidad del centro de origen de la especie, se seleccionan los ecotipos sobresalientes de la diversidad natural y se efectúa una caracterización morfológica mediante la evaluación de los descriptores seleccionados (Quero *et al.*, 2003).

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).

En virtud de que se dispone de mucha información y que el análisis de componentes principales (ACP) se utiliza cuando se cuenta con un gran número de variables a evaluar (Escobar-Hernández *et al.*, 2005), se utilizó esta metodología buscando la certeza de los resultados.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la aptitud forrajera de 10 genotipos de pasto banderita mediante el análisis de componentes principales de variables morfológicas y químicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Ejido Tuitán, municipio de Nombre de Dios, Durango a 24° 01' 11 " de latitud norte y 104° 15' 51 " de longitud oeste y una altitud de 1883 msnm. La vegetación está constituida por un pastizal mediano abierto (COTECOCA, 1979) (Figura 1). El suelo es rojo castaño, de origen volcánico, textura arenosa y buen drenaje. La precipitación media anual es de 450 mm y la temperatura media es de 18° C. Se utilizaron nueve genotipos de pasto banderita identificados con los siguientes números 5, 47, 62, 125, 181, 241, 303, 357, 417 (Morales *et al.*, 2009), y la variedad "El Reno" que fue considerada como control. Aunque las variables fueron evaluadas en el año 2013, las parcelas fueron establecidas en el año 2010, las semillas se germinaron en invernadero, se trasplantaron a charolas en vivero y se trasplantaron a campo en tierra venida al inicio de las lluvias del año 2010.

En cada parcela experimental se trasplantaron 25 plantas con cuatro repeticiones y se calculó a una densidad de 25,000 plantas por ha.

El terreno se preparó con barbecho y dos pasos de rastra, la parcela experimental consistió de 10 m² cuyas medidas fueron de 4 X 2.5 m, con cinco surcos equidistantes a 80 cm y una distancia entre plantas de 50 cm. Se realizó el trasplante sacando la planta de la charola, colocándola en un pequeño hoyo, con la corona exactamente a nivel del suelo, cubriendo y compactando firmemente.

Se midieron plantas en pie, para determinar las variables siguientes: DT, AF, LH y AH. Se tomaron muestras de material vegetativo cortando las plantas a una altura de cinco cm, se secó al sol durante cinco días y se determinó RF. En laboratorio se analizaron las variables siguientes: PC, FDN FDA. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de componentes principales (ACP) y un análisis de conglomerados (AC), utilizando el método de Ward (SAS, 1999). Para obtener la gráfica de dispersión y el dendograma se utilizó el MINITAB v15.

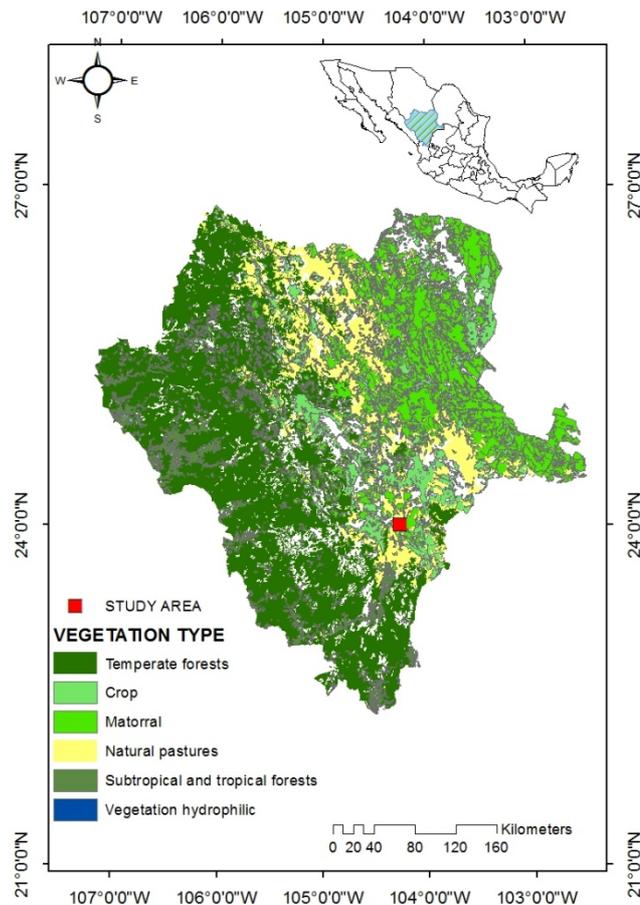


Figura 1. Localización del área donde se ubica la parcela experimental.

RESULTADOS

Con los datos originales de las variables evaluadas, se obtiene una matriz de correlación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Matriz de correlación para estandarización de variables productivas y químicas en análisis con componentes principales.

	PC	FDN	DT	FDA	RF	AF	LH	AH
PC	1.00000							
FDN	-0.73867	1.00000						
DT	-0.01738	-0.43454	1.00000					
FDA	-0.45261	0.88876	-0.50425	1.00000				
RF	0.38238	-0.16719	0.28733	0.10903	1.00000			
AF	-0.08288	0.50718	-0.57734	0.77635	0.12694	1.00000		
LH	-0.45776	0.56202	0.11779	0.50662	-0.08186	0.20353	1.00000	
AH	-0.04430	-0.02414	-0.31018	-0.08141	-0.25337	0.00398	-0.25778	1.00000

PC = proteína cruda; FDN = fibra detergente neutro; DT = densidad de tallos; FDA = fibra detergente ácido; RF = rendimiento de forraje; AF = altura de forraje; LH = largo de hoja y AH = ancho de hoja.

En el Cuadro 2 se observa que los tres componentes principales explican el 81,6 % de la varianza y que el primer componente principal (PC) explica el 42.2 % del total de la varianza; el segundo componente principal (FDN) explica el 20.6 % y el tercer componente principal (DT) explica el 18.8 %

Cuadro 2. Componentes principales resultantes de la matriz de correlación de ocho variables vegetativas y químicas del pasto banderita

	Valor	Diferencia	Proporción	Acumulada
1	3.37163959	1.72108727	0.4215	0.4215
2	1.65055232	0.14457574	0.2063	0.6278
3	1.50597658	0.84171901	0.1882	0.8160
4	0.66425758	0.19594979	0.0830	0.8991
5	0.46830778	0.19702094	0.0585	0.9576
6	0.27128684	0.21745613	0.0339	0.9915
7	0.05383071	0.03968212	0.0067	0.9982
8	0.05383071		0.0018	1.0000

En la Figura 2 se observa la distribución espacial de los genotipos. Se aprecia que los materiales 241, 303 y 417 son los que se ubican en el cuadrante superior derecho, lo que los caracteriza como los que tienen la mejor aptitud desde el punto de vista forrajero. Asimismo, se localizan genotipos en los demás cuadrantes, lo que indica las diferencias en su comportamiento, lo cual probablemente se deriva de la adaptación a la diversidad de factores ambientales de las áreas de origen, como precipitación, temperatura, altitud, etc. (Morales *et al.*, 2009).

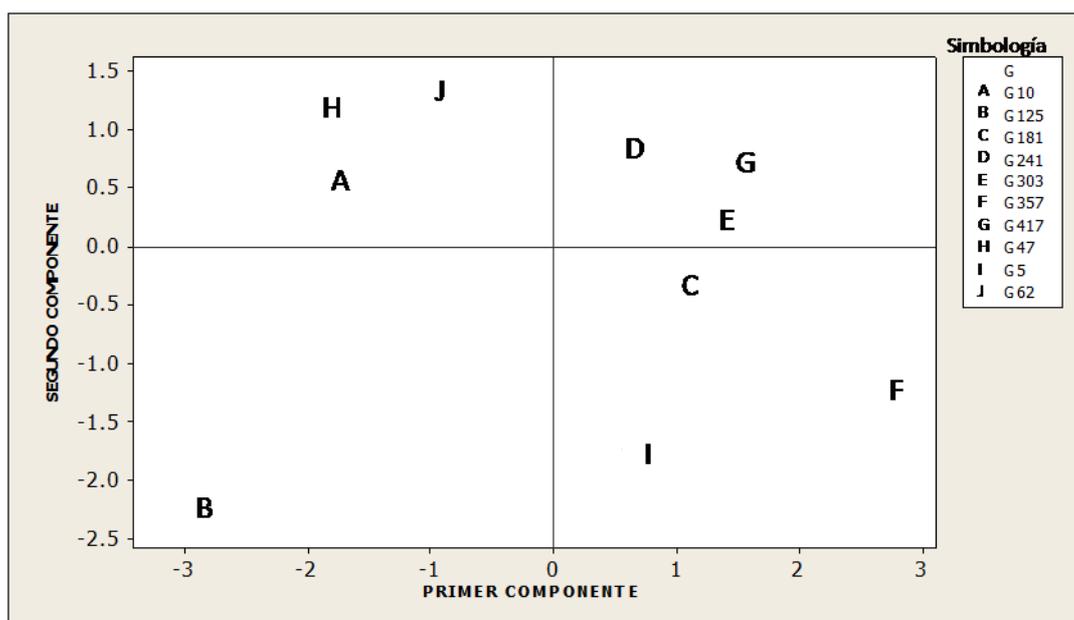


Figura 2. Distribución espacial de los genotipos de pasto banderita por efecto de las variables evaluadas.

CONCLUSIONES

Se concluye que los componentes PC, FDN y DT son las variables que determinan el 81.6 % de la varianza del potencial forrajero de los genotipos y son precisamente los genotipos 241, 303 y 417 los de mejor aptitud forrajera.

LITERATURA CITADA

- COTECOCA-SARH. Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. Durango. Ed. Calypso, S. A. México, D.F. 1979. 200 p.
- Escobar-Hernández A, E Troyo-Dieguez, JL García-Hernández, H Hernández-Contreras, B Murillo-Amador, y R López-Aguilar. Potencial forrajero del pasto salado *Distichlis spicata* L. (Greene) en ecosistemas costeros de Baja California

- Sur, México por el método de “componentes principales”. *Tec Pecu Méx* 2005. 43(1):13-25
- Morales NCR, AR Quero C, O Le Blanc, A Hernández G, J Pérez P y SS González M. Caracterización de la diversidad del pasto nativo *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., mediante marcadores de AFLP. *Agrociencia* 2006. 40: 711-720.
- Morales NCR, AR Quero C, A Melgoza C, M Martínez S, P Jurado G. Diversidad forrajera del pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], en poblaciones de zonas áridas y semiáridas de México. *Téc Pecu Méx*. 2009. 47(3): 231-244.
- Quero CA, CR Morales, L Miranda, y JF Enríquez. Recursos genéticos de gramíneas forrajeras nativas. El complejo de zacate banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. XXXIX Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. UNAM. México, DF. 2003. p 424.
- SAS, Statistical Analysis System. Institute Inc. User's guide. Statistics. Version 6. Sixth edition. 1999. SAS Inc. Cary, North Carolina, USA. 1686 p.

017 COMPORTAMIENTO DE TRES ESPECIES FORRAJERAS, BAJO ESTRÉS HÍDRICO PARA SIMULAR SEQUÍA

BEHAVIOR OF THREE FORAGE SPECIES, UNDER WATER STRESS TO SIMULATE DROUGHT

Obed Gabriel Gutiérrez Gutiérrez^{1*}, Carlos Raúl Morales Nieto²

¹ Alumno de Posgrado en Recursos Naturales FZyE, UACH; ² Maestro-Investigador de la Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Km 1 Perif. F.R. Almada. C.P 31031, Apdo. Postal 4-28 Chihuahua, Chih., México. Tel. (614) 231-1010. (*fazobed@hotmail.com; cnieto@uach.mx).

RESUMEN

Los pastizales del desierto Chihuahuense se encuentran en una condición que va de regular a pobre, lo anterior como consecuencia de prácticas ganaderas deficientes, cambio climático y cambio de uso de suelo. El objetivo fue evaluar el comportamiento del zacate banderita, rosado y garrapata, bajo condiciones de estrés hídrico. El trabajo se realizó bajo condiciones de laboratorio en la Facultad de Zootecnia y Ecología. Se aplicaron tres niveles osmóticos (0.0, -1.0 y -2.0 MPa) a cada una de las tres especies. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación y proporción radícula:plúmula. El zacate banderita presentó la mayor germinación (51 %), aun al nivel de -2.0 MPa, siendo la única especie que soportó este nivel de estrés. En lo que respecta a la proporción radícula:plúmula, se observó un comportamiento similar, ya que al aplicar los niveles de estrés, la plántulas germinadas desarrollaban primero la radícula que la plúmula. De las tres especies el zacate rosado fue la especie a la que le puede beneficiar esta alta proporción de raíz:plúmula (2.3:1) durante la etapa crítica de establecimiento. Se identificó al zacate banderita con buen potencial de resistencia al estrés hídrico, lo cuales pueden ser considerados en el futuro para su uso en programas de rehabilitación de pastizales degradados.

Palabras clave: estrés hídrico, zacate banderita, zacate rosado, zacate llorón.

ABSTRACT

The Chihuahua desert grasslands present a condition that goes from regular to poor. The above as a result of the deficient livestock practices, climate change, fire suppression, habitat fragmentation and land use change. The objective of present work was made to evaluate the behaviour of sideoats grama, natal grass and willman lovegrass, under water stress conditions. The work was carried out under laboratory conditions at the Facultad de Zootecnia y Ecología. In each one of the three species was applied three osmotic levels (0.0, - 1.0 and - 2.0 MPa). The evaluated variables were germination (%) and root:shoot ratio. Sideoats grama showed greatest germination (51%), even at - 2.0 MPa level, being the only species that bear this stress level. Since implementing stress levels, seedlings germinated developed first the shoot that the root. Of the three species natal grass can get benefit from this high root:shoot ratio (2.3 :1) during the critical stage of establishment. Sideoats grama was identified with good potential for resistance to water stress, which may be considered in the future for use in rehabilitation of degraded rangelands.

Key words: water stress, sideoats grama, natal grass, willman lovegrass.

INTRODUCCIÓN

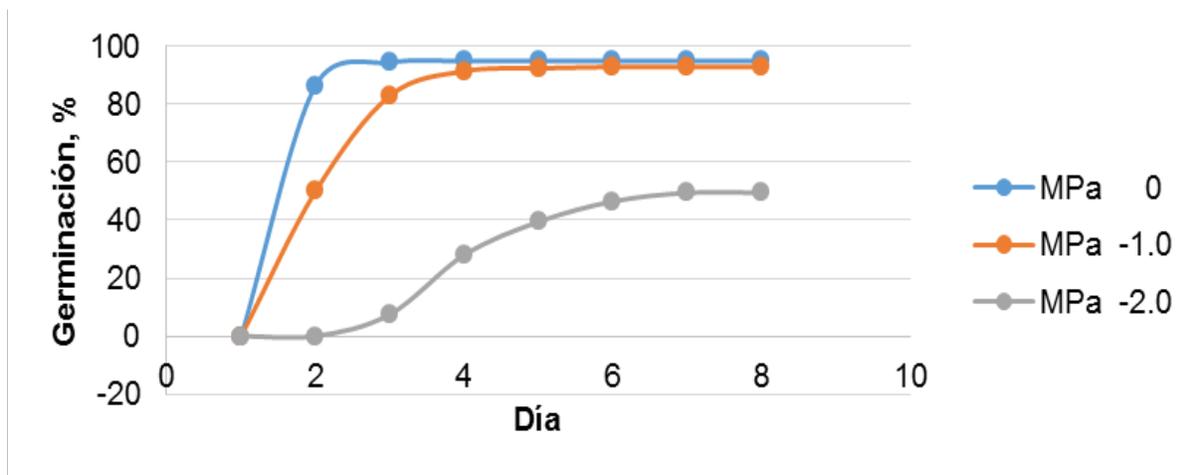
Un factor limitante para el crecimiento de las plantas en las regiones áridas y semiáridas de México es el déficit de agua, ya que condiciones desfavorables para la germinación representan serios impactos en el establecimiento (Van Swaaij *et al.*, 2001). También, la disponibilidad de agua durante el crecimiento afecta fuertemente la capacidad germinativa positiva o negativamente de las semillas (Gutterman, 2000). Existen varios métodos para simular estrés hídrico, bajo condiciones de laboratorio (Estrada *et al.*, 2007). El estrés se puede lograr a través del uso de sustratos osmóticos. Este método es sencillo, barato, rápido y de fácil manejo para evaluar la respuesta de diferentes especies a factores implicados en la sequía (Turhan y Baser, 2004). Se han realizado trabajos para estimar la tolerancia a sequía en diferentes especies, simulando condiciones de sequía *in vitro* con soluciones de Manitol, ya que este agente osmótico no interfiere con la actividad metabólica de la semilla (Grzesiak *et al.*, 1996). El objetivo fue evaluar la capacidad de germinación del zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), zacate rosado (*Melinis repens*) y zacate garrapata (*Eragrostis superba*), sometidos a diferentes presiones osmóticas, bajo condiciones de laboratorio y determinar si durante esta etapa inicial del desarrollo, se expresan algunas diferencias fisiológicas en el crecimiento de raíces y plántulas, dependientes de la tolerancia a la sequía.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de la Facultad de Zootecnia y Ecología (FZyE) de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), ubicada en el km 1 sobre el periférico Francisco R. Almada. Los tratamientos de estrés hídrico evaluados fueron 0.0, -1.0 y -2.0 Megapascales (MPa), utilizando cajas petri de 90 mm, provistas de algodón y papel filtro 3 mm. Se prepararon 400 ml de solución de Manitol a dos presiones osmóticas (0.0, -1.0 y -2.0 MPa, respectivamente), utilizando la fórmula usada por Madueño-Molina *et al.* (2006). Sobre el papel filtro se depositaron 50 cariósides y se humedecieron con 25 ml de la solución correspondiente, utilizando cuatro repeticiones para cada tratamiento y cada especie. Se realizaron conteos a diario y se registró la germinación en cada uno de los niveles. Al séptimo día se realizó la medición de plúmula y radícula para determinar la proporción radícula:plúmula para cada una de las especies.

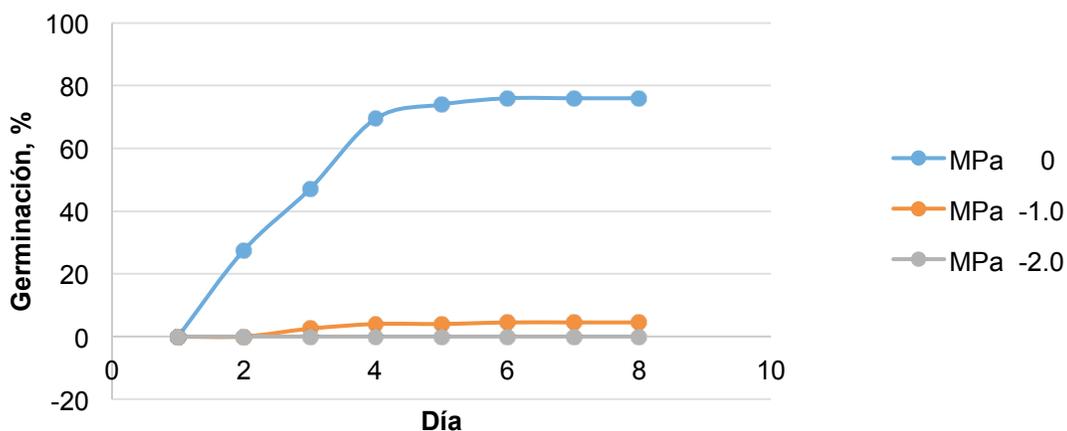
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El zacate banderita fue la especie que obtuvo los niveles más altos de germinación (95 %) en el testigo (0.0 MPa). Sin embargo, al someterse a estrés hídrico de - 1.0 MPa y - 2.0 MPa la germinación disminuyó a 93 % y 51 %, respectivamente (Grafica 1). Otras investigaciones realizadas donde sometieron al zacate banderita a diferentes niveles de estrés hídrico, muestran una tendencia similar, dependiendo de la variedad que se utiliza (Neil *et al.*, 2003), ya que reportan tendencias similares en el testigo con niveles de germinación de 98.7 %, pero al aplicar niveles de -1.5 MPa y -2.25 MPa se presentó un 64.2 % y 8.3 %, respectivamente.



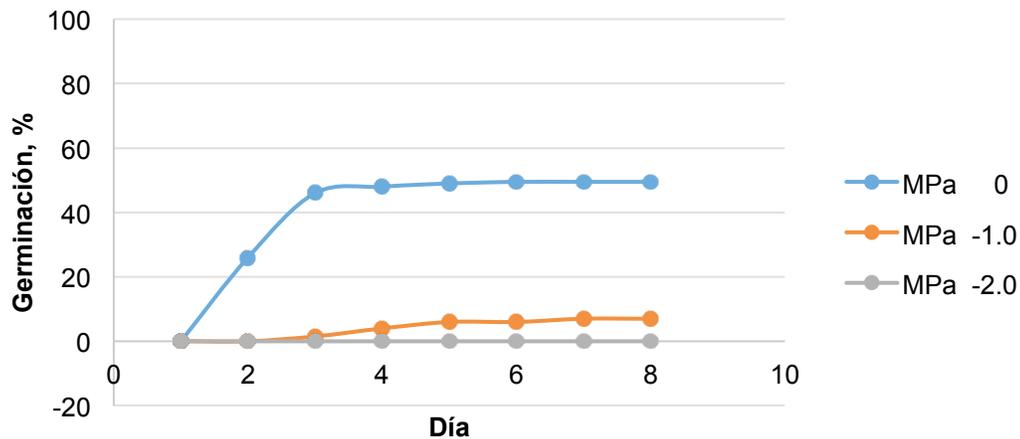
Grafica 1. Comportamiento de la germinación en el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), al aplicar diferentes niveles de estrés hídrico.

El tratamiento testigo (0.0 MPa) en el zacate rosado presentó un 76 % de germinación. Sin embargo, al aplicar el tratamiento de estrés hídrico de -1.0 MPa y -2.0 MPa la germinación descendió a 4.5 % y 0.0 %, respectivamente. Lo anterior indica que el zacate rosado comparado con las otras dos especies, puede resultar más susceptible a condiciones de sequía cuando se presentan situaciones similares en campo. Los resultados obtenidos son sustentados con los obtenidos por Stokes *et al.* (2011) ya que reportan que no se presentó germinación en el zacate rosado, al someterla a niveles osmóticos de -0.2 MPa (Grafica 2).



Grafica 2. Comportamiento de la germinación en el zacate rosado (*Melinis repens*), al aplicar diferentes niveles de estrés hídrico.

Los resultados obtenidos en el zacate garrapata en porcentaje de germinación, fueron similares al zacate rosado. El zacate garrapata presentó en el testigo 49.76 % de germinación, sin embargo, cuando se le aplicó un estrés hídrico de - 1.0 y - 2.0 MPa, su germinación descendió a 7.50 % y 0 %, respectivamente. Lo anterior indica que esta especie puede ser susceptible al estrés hídrico o falta de humedad en suelo (Grafica 3). Los resultados anteriores son sustentados por un estudio donde se evaluó la germinación en especies nativas e introducidas (exóticas), donde el zacate garrapata obtuvo una germinación de 89 % \pm 5.08, siendo poco superior a los niveles reportados en este estudio (Carrillo *et al.*, 2009).



Grafica 3. Comportamiento de la germinación en el zacate garrapata (*Eragrostis superba*), al aplicar diferentes niveles de estrés hídrico.

Se observó que en las tres especies se desarrolla más rápido la raíz que la plúmula. El zacate rosado es la especie a la que le puede beneficiar esta alta proporción de raíz:plúmula (2.3:1) durante la etapa crítica de establecimiento (Cuadro 1). En un estudio realizado por Hernández (2009) se encontró una mayor proporción de biomasa radical que biomasa aérea en diferentes etapas de crecimiento del zacate rosado, variando desde 1.13 hasta 1.9 unidades de biomasa de raíz por unidad de biomasa aérea, lo cual indica la capacidad del zacate rosado para tolerar sequía. En el Cuadro 1 se puede observar que conforme el estrés de humedad aumenta en el zacate banderita, la radícula también aumenta su proporción respecto a la plúmula.

Cuadro 1. Proporción radícula:plúmula de tres especies forrajeras, sometidas a diferentes niveles de estrés hídrico

Especie	Presión Osmótica (MPa)		
	0.0	- 1.0	- 2.0
Banderita	0.7:1	1.3:1	1.3:1
Rosado	1.9:1	2.3:1*	0.00
Garrapata	1.2:1	1.2:1	0.00

*Proporción de 2.3 cm de radícula por 1 cm de plúmula

CONCLUSIONES

El zacate banderita comparado con el zacate rosado y zacate garrapata, mostro el mejor comportamiento cuando se sometió a estrés hídrico, aún en los niveles más altas (-2.0 MPa). El porcentaje de germinación resultó ser un indicador sensible, al utilizar las diferentes concentraciones de Manitol. Además, se identificó al zacate banderita con buen potencial de resistencia al estrés hídrico, lo cual puede ser considerado en el futuro para su uso en programas de rehabilitación de pastizales.

LITERATURA CITADA

- I) Carrillo SSM, Arredondo MT, Huber-Sannwald E, Flores RJ. Comparación en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas entre gramíneas nativas y exóticas del pastizal semiárido. *Téc Pecu Méx* 2009; 47(3):299-312.
 - II) Estrada A, González LM, Argente L, Zaldivar N, Ramírez R. Método para detectar tolerancia al stress en dos variedades de trigo *Triticum aestivum* L. *Centro Agrícola* 2007; 34:5-9.
 - III) Grzesiak S, Filek W, Skrudlik G, Niziol B. Screening for drought tolerance: evaluation of seed germination and seedling growth for drought resistance in legume plants. *J Agron Crop Sci* 1996; (177):245-252.
 - IV) Gutterman Y. Maternal effects on seeds during development. En: Fenner M editor. *Seed: the ecology of regeneration in plant communities*. CAB International, Wallingford, United Kingdom; 2000:59-84.
 - V) Hernández QN. Viabilidad y Crecimiento del Zacate Rosado (*Melinis repens* (Willd.) Zizka) [tesis maestría]. Chihuahua, Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua; 2009.
 - VI) Madueño-Molina A, Paredes PJD, Martínez HJ, Rubio TC. Germinación y crecimiento de frijolillo *Rhynchosia minima* (L.) DC con diferentes potenciales osmóticos. *Rev Terra Lat* 2006; (2):187-192.
 - VII) Neil KL, Tiller RL, Faeth SH. Big sacaton and endophyte-infected Arizona fescue germination under water stress. *J Range Manage* 2003; (56): 616-622.
 - VIII) Stokes CA, MacDonald GE, Reinhardt AC, Langeland KA, Miller DL. Seed Biology and Ecology of Natalgrass (*Melinis repens*). *Weed Science* 2011; (59):527-532.
 - IX) Turhan H, Baser I. Callus induction from mature embryo of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences* 2004; (3):17-19.
- Van Swaaij ACPM, Heijbroek W, Basting JL. Testing and improving seed vigour in sugar beet. *Proceedings of the 64th IIRB Congress, Brussels* 2001; 237-246.

018 COMPORTAMIENTO Y EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE ZACATE BANDERITA [*Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr.], BAJO ESTRÉS HÍDRICO

BEHAVIOR AND EVALUATION ON SIDEOATS GRAMA GRASS VARIETIES [*Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr.] UNDER WATER STRESS

Alan Álvarez Holguín¹, Carlos Raúl Morales Nieto², Alicia Melgoza Castillo², Santos Sierra Tristán³, Juan Ángel Ortega Gutiérrez², Edith Sáenz Flores¹

¹ Alumno de Posgrado en Recursos Naturales FZyE, UACH; ² Maestro-Investigador de la Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Km 1 Perif. F.R. Almada. C.P 31031, Apdo. Postal 4-28 Chihuahua, Chih., México. Tel. (614) 231-1010. ³Sitio Experimental La Campana, INIFAP. (p214481@uach.mx; cnieto@uach.mx).

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue estimar el efecto de diferentes niveles de estrés hídrico sobre la germinación de las variedades Vaughn, Niner, El Reno, 6113 y 6107 de zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*). Los niveles de estrés hídrico fueron simulados a través de diferentes presiones osmóticas las cuales fueron 0, -0.7, -1.4 y -2.1 megapascales (MPa). Las variables evaluadas fueron: germinación absoluta e índice de velocidad de germinación. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza con comparación de medias con la prueba de Tukey. Se encontraron diferencias ($P < 0.001$) en la germinación y en el índice de velocidad de germinación ($P < 0.05$), donde la variedad Vaughn resultó superior a las demás variedades y mostró menor susceptibilidad a la disminución de la presión osmótica, con 46% de germinación y 1.9 de índice de velocidad de germinación a -2.1 MPa. Este estudio contribuye en la selección de una variedad de zacate banderita que incremente la probabilidad de éxito en programas de rehabilitación de agostaderos.

Palabras clave: *Bouteloua curtipendula*, estrés hídrico, variedades.

ABSTRACT

The objective of this experiment was to estimate the effect of the different levels of water stress on germination from the Vaughn, Niner, El Reno, 6113 and 6107 of sideoats gramma grass varieties (*Bouteloua curtipendula*). Water stress levels were simulated by different osmotic pressures which were 0, -0.7, -1.4 and -2.1 megapascals (MPa). The variables evaluated were: germination and speed of germination rate. Data were examined by the analysis of variance with comparison of means with the Tukey test. There were differences ($P < 0.001$) in germination and speed germination index ($P < 0.05$), where Vaughn variety resulted to be higher than the other varieties and displayed reduced susceptibility to the decrease of osmotic pressure whit 46% of absolute germination and 1.9 of speed of germination rate . This study contributes to the selection of a variety of sideoats grama grass to increase the probability of success in the rehabilitation of rangelands.

Key words: *Bouteloua curtipendula*, water stress, varieties.

INTRODUCCIÓN

El 52.5 % de la superficie de México son zonas áridas y semiáridas (CONAZA, 1994). Las condiciones climatológicas extremas que presentan estas zonas, se han visto agravadas por el cambio climático, dejando al Desierto Chihuahuense como una de las regiones más vulnerables (Peaterson *et al.*, 2002). Gran parte de los pastizales de esta zona presentan deterioro, baja cobertura vegetal, disminución en la diversidad y grandes extensiones con suelo desnudo. Una alternativa para recuperar la productividad y la funcionalidad de estos ecosistemas, son las resiembras de pastos. Sin embargo, estas prácticas deben ser consideradas como la última opción debido a su alto costo y su alto nivel de incertidumbre (Moreno *et al.*, 2012). Uno de los aspectos más importantes a considerar es la capacidad de extraer la humedad en suelo, ya que la falta de esta es la causa más frecuente por la cual la germinación y el establecimiento de los zacates utilizados en este tipo de programas fracasa (Springer, 2005). Se han realizado diversos trabajos para estimar resistencia a sequía en diferentes especies como maíz (*Zea mays*), frijolillo (*Rhynchosia minima*), zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), y Klein (*Panicum coloratum*) (Avendaño *et al.*, 2008; Madueño *et al.*, 2006; Ruiz y Torenti, 2012). Por lo anterior, es importante realizar estudios tendientes a evaluar especies y variedades de zacates de importancia agronómica utilizados en programas de resiembras y su resistencia a la sequía. Una de las especies más utilizada en estos programas es el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), considerado como la segunda especie en importancia agronómica, por su concentración de nutrientes y la preferencia que tiene por el ganado. El objetivo del trabajo fue estimar el efecto de diferentes niveles de estrés hídrico sobre la germinación de las variedades Vaughn, Niner, El Reno, 6113 y 6107 de zacate banderita y así contribuir selección de una variedad de zacate banderita que incremente la probabilidad de éxito en programas de rehabilitación de agostaderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó la respuesta de la germinación de cinco variedades de zacate banderita (Niner, Vaughn, Reno, 6113 y 6107), sometidas a diferentes niveles osmóticos para simular una sequía, utilizando Manitol como agente osmótico. Los tratamientos de estrés hídrico evaluados fueron 0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 Mpa, utilizando 0, 51.77, 103.54 y 155.32 gramos de Manitol, respectivamente, disueltos en un litro de agua destilada cada uno. Se utilizaron cajas petri de 90 mm, provistas de una capa de algodón y papel filtro 3 mm. Se depositaron 50 carióspsides (semillas) en cada caja y se regaron con 25 ml de la solución correspondiente, utilizando cuatro repeticiones para cada tratamiento y cada variedad. Las cajas petri se colocaron en una cámara de crecimiento a una temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2$. Se consideró como semilla germinada cuando la radícula o plúmula tenían 5 mm de longitud aproximadamente. Las concentraciones de manitol fueron calculadas de acuerdo a la ecuación propuesta por Vant'Hoff:

$$\Psi_{\pi} = -CiRT.$$

Dónde: Ψ_{π} = potencial osmótico, C = concentración de la solución, expresada como molaridad (moles de soluto por kg de agua), i = constante para la ionización del soluto, R = constante de los gases ($0,00831 \text{ Kg.MPa.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$). Para evaluar la interacción del tiempo en la germinación se utilizó el índice de velocidad de germinación (Vg) definido como la relación del número de semillas germinadas con el tiempo y se calculó con la siguiente ecuación:

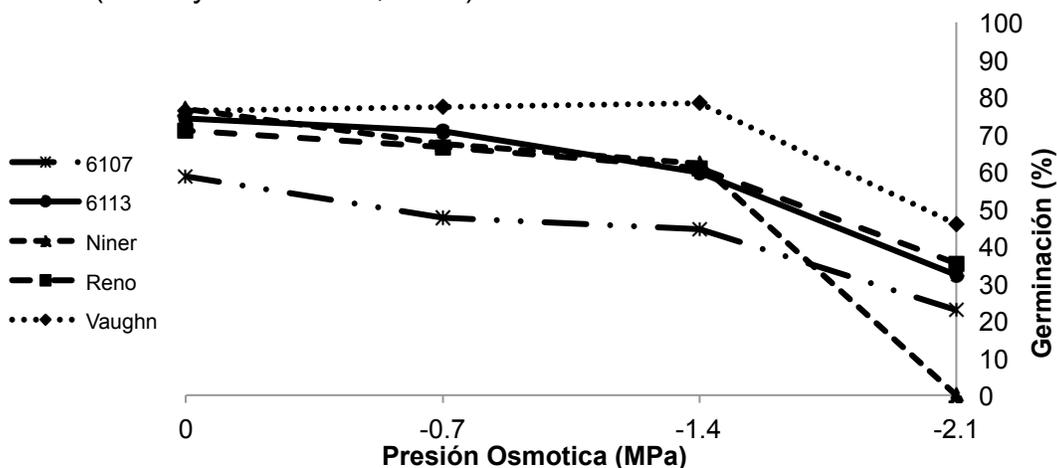
$$Vg = \sum \frac{(n_i)}{t}$$

Dónde: Vg = velocidad de emergencia, n_i = número de semillas germinadas en el día i , t = tiempo de germinación desde la siembra hasta la última plántula emergida, Ig= índice de germinación, t_i = días transcurridos desde el inicio del experimento hasta el día i , N = número total.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) a cada variable con comparación de medias con la prueba de Tukey y un arreglo factorial de 5x4, donde el 5 son las variedades de zacate banderita y el 4 los niveles osmóticos. Se utilizó el procedimiento GLM del programa estadístico SAS 9.0 (2004). Los datos de germinación no cumplieron con el supuesto de normalidad necesario en el ANOVA, por lo que se realizó un transformación matemática de arco-seno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

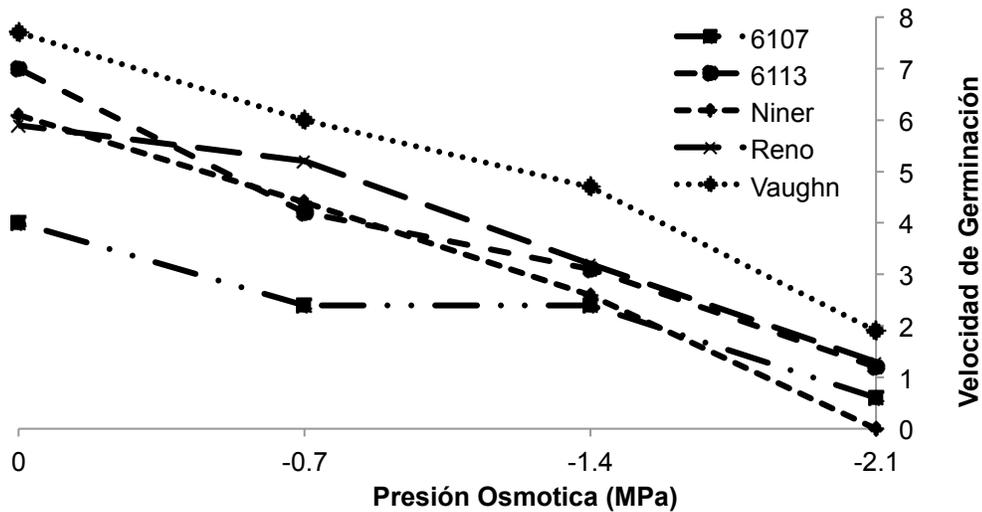
Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.001$) en germinación entre variedades de zacate banderita. La respuesta a diferentes niveles de presión osmótica y efecto de variedad, resultaron estar altamente correlacionados ($r^2 = 0.98$). La gráfica 1 muestra como la variedad Vaughn resultó superior a las demás variedades en todos los niveles, además, su germinación no se vio afectada hasta el último nivel de presión osmótica (-2.1 MPa). La variedad Niner presentó buen comportamiento durante los tres primeros tratamientos con 77%, 67% y 62, sin embargo, al someterla a -2.1 MPa, no presentó germinación, lo que indica que esta variedad no germina a bajos niveles de humedad en suelo. El resultado de germinación de la variedad Vaughn a un nivel de presión osmótica de -2.1 MPa, es considerado como un alto porcentaje, tomando en cuenta otras especies de gramíneas como el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), donde Rascón *et al.* (2010) reportan hasta un 25 % de germinación con un nivel de presión osmótica de -1.2 MPa. El zacate gigante (*Leptochloa dubia*), evaluado por Espinoza y Kuruvadi (1985), encontrando un 17.7 % de germinación a -1.52 MPa. Además, con especies del desierto de Irán como *Agropyron elongatum* y *Agropyron desertorum* obtuvieron porcentajes de 56 % y 45 %, respectivamente, al nivel de presión osmótica de -1.2 MPa (Zandi y Azarnivand, 2013).



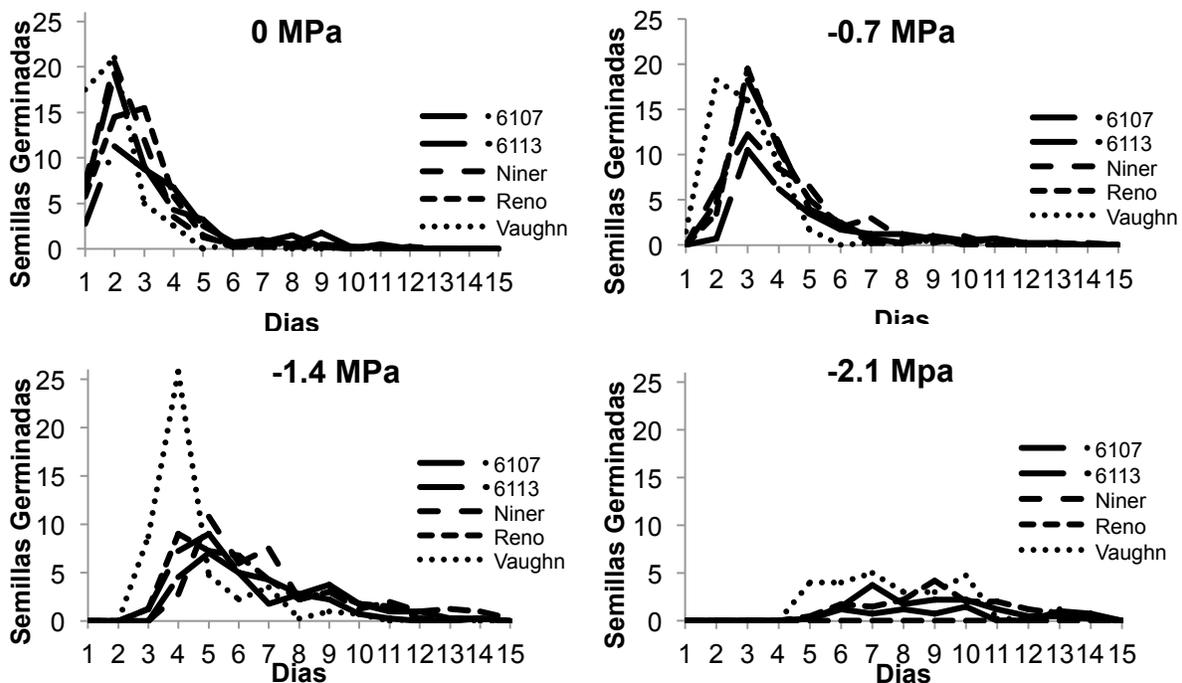
Grafica 1. Comportamiento de la germinación de cinco variedades de zacate banderita [*Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr.], bajo diferentes niveles osmóticos.

En el índice de velocidad de germinación se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en velocidad de germinación de las variedades de zacate banderita, conforme

a los diferentes niveles de presión osmótica. El efecto de variedad y presión osmótica resultaron positivamente correlacionados en velocidad de germinación ($r^2= 0.83$). La variedad Vaughn presento mayor velocidad de germinación en todos los niveles osmóticos con valores de 9.6, 6, 4.7 y 1.9 a 0, -0.7, -1.4 y -2.1 Mpa respectivamente. Las variedades El Reno y 6113 mostraron un comportamiento similar, sin embargo, la variedad 6107 mostró la velocidad de germinación más baja con excepción del ultimo nivel osmótico (-2.1 MPa), donde la variedad Niner no presento germinación (Grafica 2). En la gráfica 3 se puede observar como la variedad Vaughn presenta mayor número de semillas germinadas en menor tiempo que las demás variedades, en cada nivel osmótico, lo cual es una característica deseable en los programas de resiembra debido a la competencia que tienen las especies resembradas con malezas.



Grafica 2. Velocidad de germinación de las variedades de zacate banderita [*Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr.], en los cuatro niveles osmóticos.



Grafica 3. Comportamiento en la germinación de las variedades de zacate banderita [*Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr.], a través de los días en cuatro niveles osmóticos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La variedad Vaughn presenta mayor capacidad y velocidad de germinación en todos los niveles de presión osmótica, por lo que se estima que puede presentar mayor resistencia al estrés hídrico que las demás variedades de zacate banderita. La variedad Niner se comporta muy bien con disponibilidad de agua, sin embargo a -2.1 MPa no tiene capacidad de germinar, por lo que se estima que no resiste altos niveles de estrés hídrico.

Se recomienda considerar la capacidad y velocidad de germinación de la variedad Vaughn para futuros programas de rehabilitación de pastizales que utilicen al zacate banderita, ya que estas características podrían ayudar al establecimiento de las plantas y aumentar la probabilidad de éxito de estos programas. También, se recomienda evaluar estas variedades en otras etapas fenológicas, bajo condiciones de laboratorio y campo para tomar decisiones sobre la variedad adecuada para las diferentes condiciones ecológicas y evaluar variedades de otras especies que permitan crear paquetes tecnológicos que maximicen la probabilidad de éxitos en los programas de rehabilitación de agostaderos.

LITERATURA CITADA

- Avedaño ACH, Molina GJD, Trejo LC, López CC, Cadena IJ. Respuesta a altos niveles de estrés hídrico en maíz. *Rev Agro Meso* 2008;19(1):27-37.
- CONAZA. Comisión Nacional de Zonas Áridas. Plan de Acción para combatir la Desertificación en México. Secretaría de Desarrollo social. México. 1994.
- Espinoza ZR, Kuruvadi S. Clasificación de colecciones de zacate gigante (*Leptochloa dubia* HBK, Ness) por su grado de resistencia a sequía en manitol. *Rev Agraria Científica* 1985;1(2):142-152.
- Esqueda, CMH, Melgoza CA, Sosa CM, Carrillo RR, Jiménez CJ. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferentes secuencias de humedad/sequía en tres tipos de suelo. *Téc Pecu Mex* 2005;43(1):101-115.
- Madueño MA, García PJD, Martínez HJ, Rubio TC. Germinación y crecimiento de frijolillo *Rhynchosia minima* (L.) DC con diferentes potenciales osmóticos. *Rev Terra Lat* 2006;24(2):187-192.
- Morales NCR, Quero CA, Melgoza CA, Martínez SM, Jurado GP. Diversidad forrajera del pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], en poblaciones de zonas áridas y semiáridas de México. *Téc Pecu Méx* 2009; 47(2):231-244.
- Moreno GB, García ME, Rascón CQ, Aguado SGA. Crecimiento y establecimiento de plántulas de *Bouteloua Gracilis* (Kunth) Leg. ex Griffithis y *Eragrostis curvula* var. conferta Stapf bajo un régimen simulado de lluvia *Rev fitotec Mex* 2012;35(4):299-308.
- Ruiz M, Torenti O. Germinación de cuatro pastos bajo condiciones de estrés salino. *Phyton (B. Aires)* 2012;1:169-176.
- Springer T L. Germination and early seedling growth of Chaffy-seeded grasses at native water potentials. *Crop Sci* 2005;45(5):2075-2080.
- Peaterson AT, Ortega HMA, Bartley J, Sánchez CV, Soberón J, Buddemeier RH, Stockwell BRD. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature* 2002;416:626-629.
- Zandi EE, Azarnivand H. Effect of Water Stress on Seed Germination of *Agropyron Elongatum*, *Agropyron Desertourm* & *Secaowle Montanu*. *J Desert* 2012;17(6):249-253.

019 COMPORTAMIENTO DEL ZACATE BANDERITA [*Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr.] Y ZACATE GARRAPATA (*Eragrostis superba* PEYR.), BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO

BEHAVIOR OF SIDE-OATS GRAMA [*Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr.] AND WILMAN LOVEGRASS (*Eragrostis superba* PEYR.), UNDER WATER STRESS CONDITIONS

Ramón Medina Molina¹, Carlos Raúl Morales Nieto², Pedro Jurado Guerra³ Nelson Aguilar Palma², Edith Sáenz Flores⁴

¹Alumno de Licenciatura de la Facultad de Zootecnia y Ecología, ²Maestro investigador de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología, ³Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ⁴Alumno de Maestría de la Facultad de Zootecnia y Ecología⁴. Km 1Perif. Fco. R. Almada Chihuahua, Chih. México C.P. 31453 Fax. (614) 434 0345 ramon_12_12@hotmail.com

RESUMEN

La investigación se realizó en el año 2014 en el laboratorio de parámetros ambientales de la Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. El objetivo fue simular condiciones de sequía in vitro con zacate banderita y garrapata, utilizando diferentes presiones osmóticas para estimar tolerancia a la sequía. Se evaluó el porcentaje y número de semillas germinadas por especie con diferentes tratamientos de estrés hídrico: 0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 mega pascales (MPa). Estos se aplicaron en cuatro repeticiones de cada uno por especie en cajas petri provistas de algodón y papel filtro. Sobre el papel filtro se depositaron 50 semillas y se humedecieron con la solución correspondiente. Las cajas Petri se colocaron en una cámara de germinación a 25 ± 2 °C. Las semillas germinadas se contaron a diario durante 15 días, tomando como criterio una semilla germinada cuando la radícula o plúmula alcanzó 5.0 mm de longitud. El análisis estadístico se realizó con MINITAB a través del procedimiento GLM y la prueba de Tukey. En ambas especies se encontró diferencia ($P \leq 0.001$). Al reducir la presión osmótica en zacate banderita de 0.0 a -0.7 MPa no se encontró diferencia ($P > 0.05$) en la germinación, a -1.4 MPa comenzó la diferencia, con un 69.5% de semillas germinadas y a -2.1 MPa no se presentó germinación. El zacate garrapata en 0.0 MPa germinó el 55% de las semillas, en -0.07 germinó solo el 33% y en los niveles de -1.4 y -2.1 MPa se detuvo la germinación.

Palabras clave: *Bouteloua curtipendula*, *Eragrostis superba*, estrés hídrico, germinación.

ABSTRACT

The research was conducted in 2014 in the laboratory of environmental parameters, Faculty of Animal Science and Ecology, UACH. The objective is to simulate drought conditions in vitro with side-oats grama and Wilman lovegras, using different osmotic pressures to estimate drought tolerance. The percentage and number of germinated seeds per species with different water stress treatments were evaluated: 0.0, -0.7, -1.4 and -2.1 megapascals (MPa). These were applied in four replicates for each species in Petri dishes include cotton and filter paper. On the filter paper 50 seeds were deposited

and wetted with the patch. The Petri dishes were placed in a germination chamber at 25 ± 2 °C. Germinated seeds were counted daily for 15 days, using as criteria a germinated seed when the radicle or plumule reached 5.0 mm in length. Statistical analysis was performed using MINITAB through the GLM procedure and Tukey's test. In both species difference ($p \leq 0.001$) was found. By reducing the osmotic pressure in side-oats grama 0.0 to -0.7 MPa was no difference ($P > 0.05$) was found in germination to -1.4 MPa began the difference, with 69.5% of germinated seeds and -2.1 MPa showed no germination. The Wilman lovegras to 0.0 MPa germinated 55% of the seeds germinated in-0.07 only 33 % and levels of -1.4 and -2.1 MPa germination stopped.

Keywords: *Bouteloua curtipendula*, *Eragrostis superba*, water stress, germination.

INTRODUCCIÓN

Un problema mundial es la desaparición y extinción de pastizales importantes para la ganadería extensiva. El estado de Chihuahua no es la excepción, ya que actualmente gran parte de los pastizales presentan deterioro, baja cobertura vegetal, disminución en la diversidad de especies forrajeras claves y grandes áreas de suelo desnudo, lo cual se refleja en baja producción de forraje (Melgoza *et al.*, 1998). Una alternativa parcial ante esta problemática es la resiembra de pastizales, sin embargo, los altos costos y la incertidumbre en el comportamiento de los pastos, además de la escasa y errática precipitación convierte esta práctica de cierto modo prohibitiva (Morales *et al.*, 2008). Por lo anterior, es importante generar información sobre especies que toleren el estrés hídrico y seleccionarlas para su uso en programas de rehabilitación de pastizales. El pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr.] es la segunda especie en importancia agronómica dentro de su género (Harlan *et al.*, 1953). Las plantas alcanzan alturas de 75 cm o más y produce abundante forraje que es apetecido por todo tipo de ganado. Se adapta a un amplio rango de suelos y condiciones climáticas y presenta excelente desempeño con baja precipitación (Gay *et al.*, 1970). Los zacates introducidos como el garrapata tienen mayor capacidad de rebrote, ya que inician su crecimiento hasta seis semanas antes que la mayoría de los zacates nativos, además, son especies que toleran el pastoreo a diferentes intensidades de uso y son muy preferidas por el ganado. Su valor nutricional alcanza hasta 15% de proteína cruda en primavera y verano, sin embargo, en invierno su porcentaje de proteína disminuye hasta menos del 5% (Esqueda y Carrillo, 2001). El objetivo fue simular condiciones de sequía *in vitro* en zacate banderita y zacate garrapata, utilizando diferentes presiones osmóticas para estimar tolerancia a la sequía.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó bajo condiciones controladas de germinación en el laboratorio de parámetros ambientales de la Facultad de Zootecnia y Ecología (FZE) de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Se evaluó la capacidad de germinación de las semillas de zacate banderita y garrapata al someterlas a diferentes niveles osmóticos. Se utilizó manitol como agente osmótico en cariópside (semillas). Para extraer cariópsides se utilizó una licuadora en la velocidad más baja a intervalos de corta duración (5.0 segundos). Posteriormente, se seleccionaron 800 cariópsides por especie previamente etiquetadas hasta el día de la siembra. Los tratamientos de estrés hídrico evaluados fueron 0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 MPa. Se utilizaron cajas Petri de 90 mm

provistas de una capa de algodón y papel filtro 3MM etiquetadas con la especie, condición de estrés y su repetición correspondiente. Finalmente, sobre el papel filtro se depositaron 50 semillas y se humedecieron con 25 ml de la solución correspondiente con cuatro repeticiones para cada tratamiento y cada pasto. Las cajas Petri se colocaron en una cámara de germinación a 25 ± 2 °C. Se realizaron conteos diarios de semillas germinadas durante 15 días. Se tomó como criterio una semilla germinada cuando la radícula o plúmula alcanzó 5.0 mm de longitud y los datos fueron registrados en bitácoras. Los tratamientos de estrés hídrico evaluados fueron 0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 Mpa, con 0, 51.77, 103.54 y 155.32 gramos de manitol en un litro de agua destilada, respectivamente. Las concentraciones de manitol fueron calculadas de acuerdo a su peso molecular (182.17 g/mol) a partir de la fórmula:

$$\Psi_{\pi} = -CiRT$$

Dónde: Ψ_{π} = potencial osmótico, C = concentración de la solución expresada como molaridad (moles de soluto por Kg de agua), i = constante para la ionización del soluto R = constante de los gases (0,00831 Kg.MPa.mol⁻¹.K⁻¹), 1 Mol de manitol = -2.463 MPa. T= es la temperatura en °K (Kelvin). La variable evaluada fue germinación en porcentaje. Para el análisis de los datos se utilizó el procedimiento GLM de MINITAB con la prueba de Tukey para comparación de medias. Los gráficos fueron elaborados con el programa MINITAB y Excel.

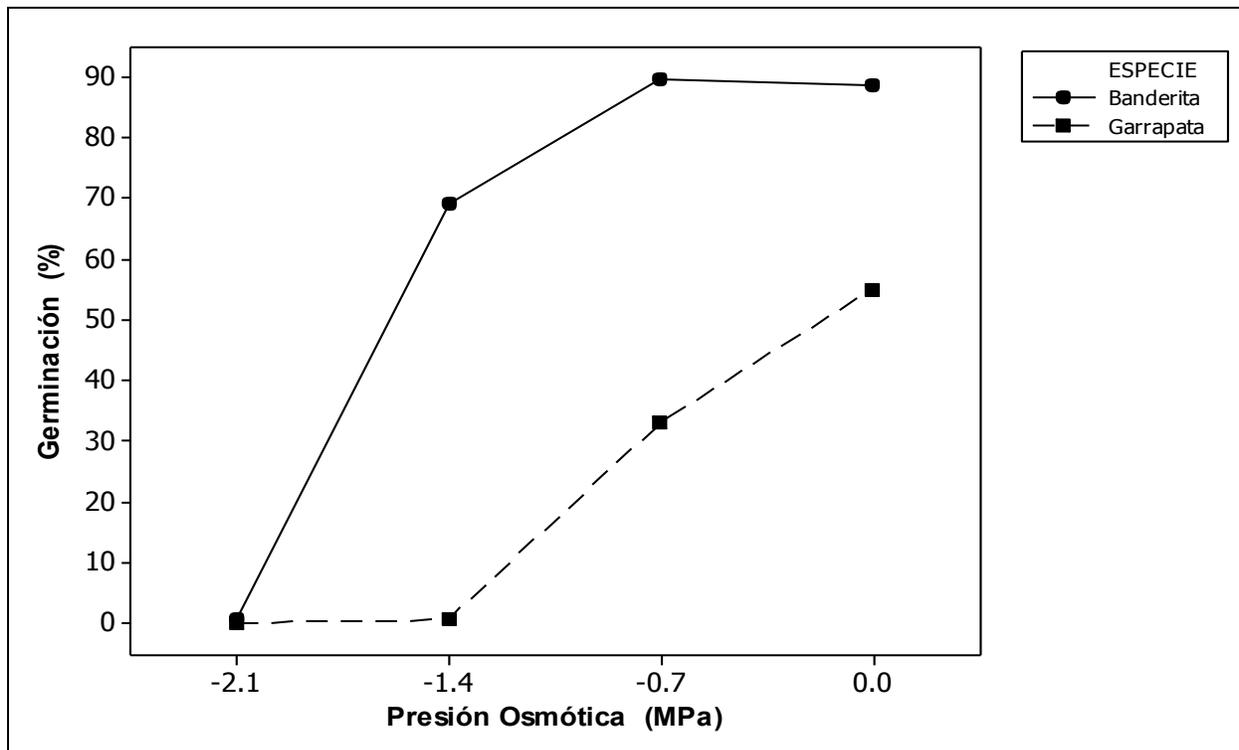
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar las medias de tratamientos de las semillas germinadas, el zacate banderita presentó diferencia ($P \leq 0.001$) a favor de los niveles de 0.0 y -0.7 MPa, sin embargo, el nivel de 1.4 MPa mostró una germinación promedio de 34.5 semillas, lo cual demuestra la capacidad de esta especie para germinar en condiciones de estrés hídrico. En el zacate garrapata los niveles de -1.4 y -2.1 MPa no permitieron la germinación de semillas, el nivel de -0.7 MPa presentó 17.5 semillas germinadas y fue menor ($P \leq 0.001$) que el nivel de 0.0 MPa con 27.5 germinaciones (Cuadro 1). En zacate banderita la germinación en los primeros dos niveles fue del 89.6% y 88.6% sin embargo, en el zacate garrapata fue del 55% (Grafica 1).

Cuadro 1. Medias (\pm error estándar) en los diferentes niveles de presión osmótica para germinación de semilla Banderita y Garrapata.

Niveles de Presión Osmóticas (MPa)	Banderita	Garrapata
0.0	44.3 \pm 1.88 ^a	27.5 \pm 4.98 ^a
-0.7	44.8 \pm 1.88 ^a	16.5 \pm 4.98 ^b
-1.4	34.5 \pm 1.88 ^b	00.0 \pm 4.98 ^c
-2.1	00.0 \pm 1.88 ^b	00.0 \pm 4.98 ^c

MPa = megapascales



Grafica 1. Porcentaje de germinación en los diferentes niveles de presión osmótica para semilla de zacate banderita y garrapata. MPa = megapascales

En regiones con escasez de humedad, se deben utilizar especies con alto porcentaje de germinación en bajos potenciales osmóticos para garantizar el establecimiento de una mejor población en campo, ya que esto indica resistencia a sequía (Kuruvadi, 1988). También, este mismo autor concluyó que las características que contribuyen a una mejor adaptación a la sequía, deben estudiarse en tres niveles: nivel de semilla, plántula y planta adulta. Agregó, que en nivel de semilla, una de las mejores pruebas para identificar especies resistentes a sequía es determinar el porcentaje de germinación a diferentes potenciales osmóticos con Manitol.

CONCLUSIONES

Al reducir la presión osmótica las dos especies fueron afectadas, por lo que se redujo su capacidad de germinación. El zacate banderita mostró mayor resistencia a bajos niveles de presión osmótica, ya que mantuvo alto porcentaje de germinación aun a niveles de -1.4 MPa. Sin embargo, el zacate garrapata mostró menor resistencia a los niveles intermedios y altos de presión osmótica. Lo anterior demuestra la superioridad del zacate banderita para germinar aun en condiciones de estrés hídrico y lograr un buen establecimiento cuando se utiliza en programas de resiembra de pastizales.

LITERATURA CITADA

Esqueda MH, Carrillo LR. Producción de forraje y carne en pastizales resemebrados con gramíneas introducidas. *Téc Pecu Méx* 2001;39(2):139-152.

Gay, CW, Dwyer DD, Steger RE. New Mexico range plants. New Mexico State University. Coop. Ext. Serv. Cir. 1970;374.

Harlan JR, Snyder LA, Celarier RP. Cytological studies of Southern Great Plains grasses. Proc. 6th Int. Grassland Congress. 1953: 229-232.

Kuruvadi S. Características de planta que contribuye a la mejor adaptación de los cultivos a regiones semidesérticas. *Revista Agraria Científica* 1988;UAAAN;11-4.

Maldonado C, Pujado E, Squeo FA. El efecto de la disponibilidad de agua durante el crecimiento de *Lycopersicon chilense* sobre la capacidad de sus semillas para germinar a distintas temperaturas y concentraciones de manitol y NaCl. *Rev chil hist nat* 2002; 75 (4): 651-660.

Melgoza CA, Royo VM, Báez GA, Reyes LG. Situación de los predios ganaderos después de cuatro años de sequía en las zonas áridas y semiáridas de Chihuahua. *Folleto Técnico* 1998;(4):1-23.

Morales NCR, Saucedo TR, Jurado GP. Rehabilitación y mejoramiento de pastizales. En: *Rancho Experimental La Campana 50 años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal*. Ed. Grafimagen 2008;123:91-111.

020 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE DIFERENTES GRAMÍNEAS EN EPOCA DE SEQUÍA EN EL ALTIPLANO DE ZACATECAS

DRY MATTER PRODUCTION OF VARIOUS GRASSES IN TIME OF DROUGHT IN THE HIGHLANDS OF ZACATECAS

Francisco Antonio Rubio Aguirre¹, Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez¹, José Francisco Villanueva Avalos¹, Carlos Raúl Morales Nieto²

¹ Investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. ² Maestro investigador de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Km. 20.5 Carr. Zacatecas-Fresnillo. C.P. 98500. Correo: frubio@zacatecas.inifap.gob.mx

El estudio se llevó a cabo en Calera, Zacatecas, a 2197 msnm. La textura del suelo es franco, con un pH de 8.18 ± 0.1 , rico en materia orgánica ($3.83 \pm 0.8\%$), pobre en nitrógeno nítrico (10.0 kg/ha) y nitrógeno amoniacal (20.0 kg/ha); con valores medios de fósforo (25.0 kg/ha) y rico en potasio (300.0 kg/ha). El objetivo fue conocer la producción de forraje seco de gramíneas de verano en la época de sequía del año 2014. Se evaluaron 13 materiales de pastos establecidos el año 2012 por semilla en charolas de unicel y trasplantados a campo a una distancia entre surcos de 0.76 m y entre plantas de 0.75 m, colocando 28 plantas/parcela (15.96 m^2), con una parcela útil de 10 plantas (5.7 m^2). Los materiales (tratamientos) evaluados fueron: 1) Banderilla Maturana, Chih.; 2) Banderilla CEZAC, Zac.; 3) Banderilla var. Chih-75; 4) Navajita Rio Grande M1; 5) Navajita Rio Grande M2; 6) Navajita Fresnillo M1; 7) Navajita Fresnillo M5; 8) Navajita Fresnillo M6; 9) Alcalino CEZAC M2; 10) Triguillo Jerez; 11) Rhodes Jalpa M1; 12) Rhodes Jalpa M2 y 13) Banderilla var. Haskell (testigo). El forraje residual producido el año 2013, fue cortado el 24 de enero del 2014, a una altura media de 15 cm. De esta fecha hasta el 3 de junio 2014 (fecha para estimar fitomasa aérea) la precipitación fue de 31.7 mm (31.3 mm en mayo). Las variables fueron altura en cm y peso seco de fitomasa aérea en g/parcela. Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar, con tres repeticiones/tratamiento, usando la prueba DMS al 1% de significancia. Los resultados muestran diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos, el pasto que alcanzó mayor altura fue el T9 Zacatón alcalino con 45.2 cm, seguido del T3 Banderilla var. Chih-75 con 29.3 cm. En cuanto al peso seco de fitomasa aérea, también se observaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), en donde el T9 Zacatón alcalino rindió $242.6 \text{ g}/5.7 \text{ m}^2$, seguido del T3 Banderilla var. Chih-75 con $154.0 \text{ g}/5.7 \text{ m}^2$. El testigo T13 Banderilla var. Haskell, produjo $84.0 \text{ g}/\text{parcela}$. Los pastos con menor rendimiento fueron el T7 Navajita Fresnillo M5, T11 Rhodes Jalpa M1 y T10 Triguillo Jerez, con 37.6, 32.3 y $28.3 \text{ g}/\text{parcela}$, respectivamente. Se concluye que en la época de menor precipitación, los pastos de verano sobresalientes en cuanto a producción de forraje seco fueron el T9 Zacatón alcalino y T3 Banderilla var. Chih-75. La variedad comercial Haskell (T13) procedente de los EEUU y usada en resiembras en Zacatecas, rindió solo la mitad de forraje seco en relación a la var. Chih-75 de origen mexicano.

Palabras clave: Materia seca, *Sporobolus*, *Bouteloua* spp., Haskell, Rhodes.

021 EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE NOPAL FORRAJERO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN EL ESTADO DE ZACATECAS

EVALUATION OF FORAGE NOPAL VARIETIES UNDER CONDITIONS OF RAINIING SEASON IN THE STATE OF ZACATECAS

Ramón Gutiérrez Luna¹, Daniel Rodríguez Tenorio², Alejandra Rayas Ibarra³, Erica Gabriela Hernández Ayala³ y Guillermina Martínez Trejo⁴.

¹ Campo Experimental Zacatecas-CIRNOC-INIFAP Km 24.5. Carr Zacatecas-Fresnillo, Calera de V.R., Zacatecas, CP 98500, gutierrez.ramon@inifap.gob.mx. ²Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Veterinaria., ³Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Biología. ⁴Campo Experimental Valle de México-CIRCE-INIFAP

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue cuantificar la producción y sobrevivencia de diferentes variedades de nopal forrajero bajo condiciones de temporal en el estado de zacatecas. El presente trabajo se realizó en terrenos de productores cooperantes del Ejido Viboritas, Guadalupe, Zacatecas. En este trabajo se sembraron 13 variedades entre las que se encuentran: Pab5, Triple propósito, Forrajera Calera, Aguscalientes, Jade, TC, VI rojo, T-Calera, Italiano Morano, Rosalito, Rojo Dr. Mora, Rojo Santa Rosa, Testigo (Nopal Chicomostoc). El trasplante de nopal se realizó el 10 de mayo del 2010. La cosecha se realizó el 10 de enero del 2011, cortando cada uno de los brotes de las pencas, para después someterlos a calor en estufa de aire forzado para secar hasta peso constante. Los tratamientos fueron distribuidos bajo un diseño experimental de Bloques al Azar con cuatro repeticiones. La información se analizó a través de un análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias a través de una prueba de DMS al nivel de $P < 0.05$. Para ello se utilizó el software estadístico MINITAB-12. Respecto al número de raquetas, se identificó diferencia entre los diferentes tratamientos. La comparación de medias (DMS) al nivel de $P > 0.01$ determinó que el tratamiento de mayor número de raquetas fue Chicomostoc. En cuanto a la materia seca existió diferencia entre los tratamientos, se identificó que el que el cultivar de mayor producción fue el tratamiento: Rojo Sta. Rosa, con 2460.

Palabras clave: Variedades, Nopal, Rendimiento, Verano.

ABSTRACT

The aim of this study was to quantify the production and survival of different varieties of cactus forage under rainfed conditions in the state of Zacatecas. This work was done in the land of cooperating producers Viboritas Ejido Guadalupe, Zacatecas. Pab5, Triple purpose Forager Calera, Aguscalientes, Jade, TC, VI red T-Calera, Italian Morano, Rosalito, Dr. Mora Red, Red Santa Rosa, Witness (In this work, including 13 varieties are planted Nopal Chicomostoc). Nopal transplantation was performed on 10 May 2010 Harvesting took place on January 10, 2011, cutting each of the outbreaks of the leaves, and then subjecting them to heat forced air oven for drying to constant weight. Treatments were distributed under an experimental design of randomized blocks with four replications. The information was analyzed by analysis of variance (ANOVA) and mean comparison through a DMS test at the $P < 0.05$. To do the statistical software MINITAB-12 was used. Regarding the number of rackets, difference between treatments was identified. Comparison of means (LSD) at the $P < 0.01$ determined that the treatment was more Chicomostoc rackets. In

terms of dry matter difference existed between treatments was identified that the most productive cultivar was the treatment: Red Sta Rosa, in 2460.

Key words: Cultivars, Prickley pear, yield, summer.

INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas en México ocupan alrededor de la mitad de su territorio; donde, en estas áreas, las condiciones agroclimáticas dificultan la producción de forraje, por lo que la actividad ganadera enfrenta limitaciones para la alimentación adecuada del ganado. Tal situación ha provocado que los productores ganaderos acudan a la utilización de plantas adaptadas a condiciones adversas como nopal (*Opuntia* spp), el cual no ha sido aprovechado en todo su potencial. (Murillo, *et al.*, 2003). Esta especie es particularmente atractiva como alimento por su eficiencia al convertir el agua en materia seca, y por tanto, en energía digestible (Nobel, 1995).

Aprovechando las ventajas del nopal (*Opuntia* spp), tales como su alta resistencia a condiciones de aridez, su capacidad de producción de biomasa en condiciones de escasa precipitación se han usado para alimentar fauna y ganado.

Debido a su importancia y utilización, el nopal (*Opuntia* spp) constituye uno de los recursos naturales más importantes de las zonas áridas de México (Estrada, 1988). La distribución geográfica del género *Opuntia* en México, según estudios recientes, refleja la abundancia e incidencia natural en asociaciones, pero las especies más importantes son: *O. Leucotricha*, *O. Lindheimeri*, *O. streptacantha*, (Granados y Castellanos, 1997; Flores y Aguirre, 1979). Esta distribución indica que la región de Malpaso, al sureste de la ciudad de Zacatecas, tiene la mayor diversidad de especies de *Opuntia*.

Los cactus, y específicamente *Opuntia* spp., han constituido una fuente de forraje extremadamente útil en tiempos de sequía, primordialmente porque proveen de energía digerible, agua y vitaminas no solo para el ganado, pues también ha sido usada como forraje para cerdos. Sin embargo, debe ser combinado con otros alimentos para complementar la dieta diaria, debido a que *Opuntia* tiene bajos contenidos de proteína, a pesar de ser rica en carbohidratos y calcio. Ya que crece en tierras severamente degradadas, su uso es importante por su abundancia en áreas donde muy pocos cultivos logran desarrollarse y producir. Se estima que, alrededor del mundo, se cultivan 900,000 hectáreas de *Opuntia* para producción de forraje (Mondragon y Pérez; 2003). En base a lo anterior, se llevó a cabo el presente trabajo con el objetivo de cuantificar la producción y sobrevivencia de diferentes variedades de nopal forrajero bajo condiciones de temporal en el estado de zacatecas.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en terrenos de productores cooperantes del Ejido Viboritas, con coordenadas (latitud: 22.56456°, longitud: -102.56119°, altitud: 2349.57 m.) perteneciente al municipio de Guadalupe, Zacatecas. Los tratamientos estuvieron basados en 13 variedades de nopal entre las que se encuentran: Pab5, Triple propósito, Forrajera Calera, Aguscalientes, Jade, TC, VI rojo, T-Calera, Italiano Morano, Rosalito, Rojo Dr. Mora, Rojo Santa Rosa, y Testigo (Nopal Chicomostoc).

El trasplante de nopal se realizó el 10 de mayo del 2010 en la localidad de Viboritas, Guadalupe, Zac. Cada raqueta fue trasplantada a una distancia de un metro entre plantas, donde se pusieron alrededor de diez raquetas por parcela, donde en total se sembraron 52 parcelas. Después del trasplante se realizaron varias mediciones de crecimiento cada diez días donde se medían variables como largo x ancho y se contó el número de brotes de cada penca, además de cuantificar sobrevivencia. La cosecha se realizó el 10 de enero del 2011, cortando cada uno de los brotes de las pencas, para después traerlos al campo experimental y someterlos a calor en estufa de aire forzado para secar hasta peso constante.

Los tratamientos fueron distribuidos bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. La información se analizó a través de un análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias a través de una prueba de Diferencia mínima Significativa (DMS) al nivel de $P \leq 0.05$. Para ello se utilizó el software estadístico MINITAB-12.

RESULTADOS

Numero de brotes. Respecto al número de raquetas, estas se contabilizaron a través del ciclo de evaluación del 10 de Mayo del 2010 al 13 de Enero del 2011, encontrándose que existió diferencia entre los diferentes tratamientos, ya que al efectuar el análisis de varianza, este identificó que al nivel de $P > 0.0001$ si existió diferencia. Con la prueba DMS al nivel de $P > 0.01$ se determinó que el tratamiento de mayor número de raquetas fue el número Testigo seguido en importancia por los tratamientos Rosalito y Forraje Calera, sin embargo estos dos últimos tratamientos estadísticamente fueron similares al material de Triple Propósito, Jade y Rojo Dr. Mora (Cuadro 1).

Área en cm^2 . Respecto al área en cm^2 se identificó que el nivel de $P > 0.0001$ si existió diferencia. Con base al análisis de varianza se procedió a efectuar una comparación de medias a través de la prueba Diferencia Mínima Significativa (DMS) al nivel de $P > 0.01$ se determinó que el tratamiento de mayor número de raquetas fue el número 13 (Testigo) seguido en importancia por el tratamiento Rosalito, al igual que el tratamiento Forraje Calera (Cuadro 2).

Materia Seca. En cuanto a la materia seca de cada raqueta, esta se contabilizó a través del ciclo de evaluación del 10 de Mayo del 2010 al 13 de Enero del 2011, encontrándose que existió diferencia entre los tratamientos, ya que al efectuar el análisis de varianza, este identificó que el nivel de $P > 0.0001$ si existió diferencia. La comparación de medias del peso seco de los materiales de nopal indicaron que el que produjo más fue el tratamiento: Rojo Sta. Rosa, Triple propósito, T. Calera y el Testigo Chicomostoc con 246, 241, 239 y 197 g m^{-2} (Cuadro 3).

Plantas muertas. La comparación de medias a través de DMS al nivel de $P > 0.01$ determinó que los tratamientos con mayor número de plantas muertas fueron: Tratamiento Triple Propósito, Rojo Dr. Mora y Rosalito entre otros materiales (Cuadro 4).

Cuadro 1. Prueba múltiple de medias del número de raquetas de nopal forrajero (DMS al nivel de $P \geq 0.01$) de 13 diferentes materiales de nopal bajo condiciones de temporal en Viboritas, Guadalupe, Zacatecas. 2010-2011.

Tratamiento	Promedio	Significancia estadística
13	19.75	A
10	15	AB
3	15	AB
2	12.5	BC
5	11.25	BCD
11	10.75	BCD
4	9.25	CDEF
1	8	CDEF
9	7.5	DEFG
6	6	EFG
12	5	FG
8	4.67	FG
7	4.25	G

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas al nivel de $DMS = P \geq 0.01$

Cuadro 2. Prueba múltiple de medias del área en cm^2 de nopal forrajero (DMS al nivel de $P > 0.01$) de 13 diferentes materiales de nopal bajo condiciones de temporal en Viboritas, Guadalupe, Zacatecas. 2010-2011.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	Significancia Estadística
10	22068.375	A
3	19483.0938	BC
2	16257.1875	BCD
5	11612.5625	CDE
11	9106.5225	DE
9	7302.5	DE
4	6988.2188	E
1	4543.1563	E
13	3985.8125	E
12	3548.6563	E
6	2709.5625	E
8	2136.2063	E
7	1489.9688	E

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas al nivel de $DMS = P > 0.01$

Cuadro 3. Prueba múltiple de medias de Materia Seca de nopal forrajero (DMS al nivel de $P \geq 0.01$) de 13 diferentes materiales de nopal bajo condiciones de temporal en Viboritas, Guadalupe, Zacatecas. 2010-2011.

TRATAMIENTO	PROMEDIO (g m ⁻²)	Significancia Estadística
12	246.02	A
2	241.43	A
8	239.65	A
13	197.51	A
6	148.91	AB
3	134.99	AB
11	130.85	BC
1	116.9	BC
10	104.2	BC
7	63.65	BC
4	61.47	BC
5	52.38	BCD
9	48.64	CDE

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas al nivel de DMS= $P \geq 0.01$

Cuadro 4. Prueba múltiple de medias de Plantas Muertas de nopal forrajero (DMS al nivel de $P > 0.01$) de 13 diferentes materiales de nopal bajo condiciones de temporal en Viboritas, Guadalupe, Zacatecas. 2010-2011.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	Significancia Estadística
2 (Nombre)	10	A
11	10	A
10	9.5	A
4	9.25	A
1	8	A
3	5	B
9	4.25	BC
13	4	BC
5	2.25	CD
12	2	CD
8	1.42	D
6	0.75	D
7	0.5	D

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas al nivel de

CONCLUSIONES

El comportamiento productivo, crecimiento y sobrevivencia de los materiales respondió directamente a condiciones ambientales, lo cual implica que en nopal existe variabilidad genética aún por evaluar con potencial para maximizar rendimiento. Entre los materiales a destacar por rendimiento de materia seca se encuentra a Chicomostoc

LITERATURA CITADA

- Estrada, L. A. A. Producción de brotes e enjertación in vitro de seis especies de nopal (*Opuntia* spp) originarias del altiplano zacatecano. Tesis. Colegio de postgraduados. México. 1988.
- Flores, V.C.A. y J. Aguirre R. El nopal como forraje. UACH-CIESTAM. Chapingo, México. 1979. 91 p.
- Granados, S. y D. Castañeda P., D. El Nopal: Historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Trillas, México, D.F. 1997. 227 pág.
- Murillo, A. B., Troyo D. E. y García H. J. El Nopal. Alternativa para agricultura de zonas áridas en el siglo XXI. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, B.C.S. México. 2003. 293 pp.
- Mondragon, J. C., Pérez G. S. El nopal (*Opuntia* spp.) Como Forraje. FAO. 2003. 8 pág.
- Nobel, P.S. Environmental biology. p.36-48, *En*: G. Barbera, P. Inglese & E. Pimienta-Barrios (eds) Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. 1995. *FAO Plant Production and Protection Paper*, pp 132.

**022 COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVILLO (*Dactylis glomerata* L.),
BALLICO PERENE (*Lolium perenne* L.) ASOCIADO CON TREBOL BLANCO
(*Trifolium repens* L.)**

**PRODUCTIVE BEHAVIOR ORCHARD GRASS (*Dactylis glomerata* L.), PERENNIAL
RYEGRASS (*Lolium perenne* L.) AND ASSOCIATED WHITE CLOVER (*Trifolium
repens* L.)**

Adelaido Rafael Rojas García^{1*}, Alfonso Hernández Garay¹, Santiago Joaquín Cansino¹, Joel Ventura Rios¹, Mario A. Santiago Ortega¹, Maria A. Maldonado Peralta² y Sergio I. Mendoza Pedroza³

¹Recursos Genéticos y Productividad Ganadería, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carr. México – Texcoco, Montecillo Texcoco, Edo. de México C.P. 56230. ²Recursos Genéticos y Productividad Fisiología Vegetal, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 carretera. México – Texcoco, Montecillo Texcoco, Edo. de México C.P. 56230. ³Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, México. *Autor para correspondencia (rogarcia_05@hotmail.com)

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar cuatro asociaciones, dos gramíneas y una leguminosa, sembradas en diferentes proporciones. Las asociaciones de gramíneas y leguminosas fueron realizadas mediante el paquete Minitab (2006), con un diseño de vértices con tres componentes de la mezcla, con restricción a la leguminosa en un 10 y 50 % como mínimo y máximo, respectivamente. Los tratamientos consistieron de las siguientes asociaciones: 20:40:40, 00:50:50, 40:20:40; y 50:00:50 % de ovillo (O), ballico perenne (BP) y trébol blanco (TB). Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en 12 parcelas experimentales de 9 por 8 m, de acuerdo a un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. En producción anual las asociaciones que presentaron mayor rendimiento fueron; 40:20:40 y 20:40:40 con 20,182 y 19,146 kg MS ha⁻¹, respectivamente y la menor asociación 00:50:50 con 15,896 kg MS ha⁻¹. Independientemente de la estación en composición botánica y morfológica las asociaciones; 20:40:40, 40:20:40; y 50:00:50 fueron las que mayor hoja de ovillo presentaron con un promedio de 50 %. La estación de invierno fue la que mayor porcentaje de hoja de ballico presentó para la asociación 00:50:50 con 32 %. En conclusión la asociación; 40:20:40 fue mejor en rendimiento anual y la menor fue la asociación 00:50:50.

Palabra clave: *Dactylis glomerata* L., *Lolium perenne* L., *Trifolium repens* L., praderas asociadas, rendimiento de forraje.

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate four associations, two grasses and a legume, sown in different proportions. The grass-legume associations were performed using the Minitab package (2006), with a design of vertices with three components of the mixture, the legume restricted by 10 and 50 % minimum and maximum, respectively. Treatments consisted of the following associations: 20:40:40, 00:50:50, 40:20:40 and 50:00:50 % orchard grass (O), perennial ryegrass (BP) and white clover (TB). The treatments were randomly distributed into 12 experimental plots 9 of 8 m, according to a

design of a randomized complete block with three replications. In annual performance associations were presented higher performance, 40:20:40 and 20:40:40 with 20,182 and 19,146 kg DM ha⁻¹ respectively and reduced the association 00:50:50 with 15,896 kg DM ha⁻¹. Regardless of the season in botany and morphological composition associations, 20:40:40 , 40:20:40 , and 50:00:50 which was higher clew sheet presented with an average of 50 % , the winter season was the highest percentage of leaf ryegrass presented for association with 32 % 00:50:50. In conclusion the association; 40:20:40 was better in annual yield and the association was 00:50:50.

Key words: *Dactylis glomerata* L., *Lolium perenne* L., *Trifolium repens* L., associated grasslands, forage yield.

INTRODUCCION

Las nuevas exigencias que enfrenta la producción agropecuaria en México y en el mundo, apuntan no sólo al aumento de la producción agropecuaria competitivamente, sino que debe hacerse de manera sostenible. La sostenibilidad no debe entenderse únicamente en el contexto ecológico, sino en el económico y social (Arriaga *et al.*, 1999). En base a ello el uso de asociaciones de gramíneas y leguminosas permite tener mayor valor nutritivo y rendimiento de materia seca, actividad que permite disminuir los costos de producción en comparación con la utilización de dietas balanceadas y así con ello, asegurar una alta producción; y desde el punto de vista ecológico, las leguminosas mejoran la fertilidad del suelo al fijar nitrógeno atmosférico, reduciendo con ello el uso de fertilizantes químicos, así como una mejor intercepción de luz y distribución estacional de la producción de biomasa (Gonzales *et al.*, 2004). La presente investigación tuvo como objetivo evaluar cuatro asociaciones, dos gramíneas y una leguminosa, sembradas en diferentes proporciones, para diferentes atributos: rendimiento de materia seca, tasa de crecimiento, composición botánica y morfológica y altura.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó de septiembre del 2012 a septiembre de 2013, en el 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, con precipitación media anual de 636.5 mm y régimen de lluvias en verano, (junio a octubre) y temperatura media anual de 15.2 °C (García, 2004). Las praderas fueron establecidas en febrero de 2010, la siembra se realizó en hileras a 30 cm (gramíneas), mientras que la leguminosa fue sembrada en forma perpendicular con una distancia entre surcos de aproximadamente de 30 cm; tomando como base las densidades de 20, 30 y 5 kg ha⁻¹ para ovillo, ballico perenne y trébol blanco, respectivamente. Las praderas no fueron fertilizadas y en la época de estiaje, se proporcionaron riegos a capacidad de campo cada dos semanas. Antes de iniciar la investigación, se realizó un pastoreo de uniformidad con ovinos cosechando aproximadamente a 5 cm sobre el nivel del suelo. Posteriormente los pastoreos se realizaron cada 4 semanas en primavera-verano y cada 5 y 6 semanas durante otoño e invierno, respectivamente. Los ovinos únicamente fueron utilizados como de foliadores, para un mejor manejo se utilizó un cerco eléctrico. Las asociaciones de gramíneas y leguminosa fueron realizadas mediante el paquete Minitab (2006), con un diseño de vértices con tres componentes de la mezcla, con restricción a la leguminosa en un 10 y 50 % como mínimo y máximo,

respectivamente. Los tratamientos consistieron de las siguientes asociaciones: 20:40:40, 00:50:50, 40:20:40 y 50:00:50 % de ovilla (O), ballico perenne (BP) y trébol blanco (TB). Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en 12 parcelas experimentales de 9 por 8 m, de acuerdo a un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Para obtener el rendimiento de forraje en cada parcela, se establecieron aleatoriamente dos cuadros fijos de 0.25 m² al inicio de la investigación, donde se cosechó el forraje presente antes del pastoreo a una altura aproximada de 5 cm sobre el nivel del suelo. El forraje presente dentro de cada cuadro se depositó en bolsas de papel etiquetadas, se lavó la muestra y se expuso a un proceso de secado en una estufa de aire forzado, a una temperatura de 55 °C durante 72 h. Una vez secas las muestras de forraje se registraron sus pesos en seco, con la suma del rendimiento por corte se obtuvo el rendimiento acumulado de forma estacional y anual. Para obtener la composición botánica y morfológica a mediados de cada estación del año, de las muestras de forraje cosechado para determinar el rendimiento, se tomó una submuestra de aproximadamente 20 %. Cada submuestra se separó en las diferentes especies deseadas (ovillo, ballico perenne y trébol blanco) y no deseadas (malezas) para determinar la composición botánica. A las especies deseadas se les separaron sus componentes morfológicos (hojas, tallos, material muerto y flor), para determinar la composición morfológica. Cada componente separado se secó en una estufa de aire forzado, a una temperatura de 55 °C por 72 h y se determinó el peso seco. Para comparar el efecto de las asociaciones estudiadas, se realizó un análisis de varianza con el procedimiento de Modelos Mixtos (SAS, 1999), con un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ajustada ($\alpha=0.05$) según Steel y Torrie (1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1. Se presentan los datos de rendimiento anual y estacional de las asociaciones de ovilla, ballico perenne y trébol blanco, mostrando el siguiente orden descendente: 40:20:40 > 20:40:40 > 50:00:50 > 00:50:50 ($P<0.05$).

Cuadro 1. Rendimiento anual y estacional (kg MS ha⁻¹) de ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y ballico perenne (*Lolium perenne* L.), asociados con trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

Asociaciones	2012		2013		Anual
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	
20-40-40	3346 cA	2605 dA	8163 aB	5030 bC	19146 A
00-50-50	3042 cB	2593 dB	5980 aD	4281 bC	15896 C
40-20-40	3261 cA	3099 cB	8767 aA	5055 bC	20182 A
50-00-50	3065 cB	2345 dC	6256 aC	5923 bA	17589 B
Promedio	3178 c	2661 d	7292 a	5072 b	

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 ($P>0.05$).

La asociación 40:20:40 superó en 21.2 % (4286 kg MS ha⁻¹) a la asociación 00:50:50. Estos resultados fueron similares a los encontrados por Castro *et al.* (2012) donde obtuvieron un rendimiento de 17275 kg MS ha⁻¹ con la asociación de trébol blanco, ovilla y ballico perenne. La distribución estacional del rendimiento anual de forraje de la mejor asociación (40:20:40) presentó el siguiente orden durante las estaciones del año: 44 % (primavera) > 25 % (verano) > 16 % (otoño) < 15 % (invierno); mientras que la

asociación que mostró el menor rendimiento de materia seca (00:50:50) presentó el siguiente orden durante las estaciones del año: 38 % (primavera) > 27 % (verano) > 19 % (otoño) < 16 % (invierno). Independientemente de la asociación la estacionalidad ($P < 0.05$) el rendimiento de materia seca siguió el siguiente orden: 40, 28, 17 y 15 % para primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente.

La composición botánica y morfológica de las cuatro asociaciones de ovilla, ballico perenne y trébol blanco se muestra en la Figura 1. Se presentaron diferencias estadísticas entre asociaciones y estaciones del año ($P < 0.05$).

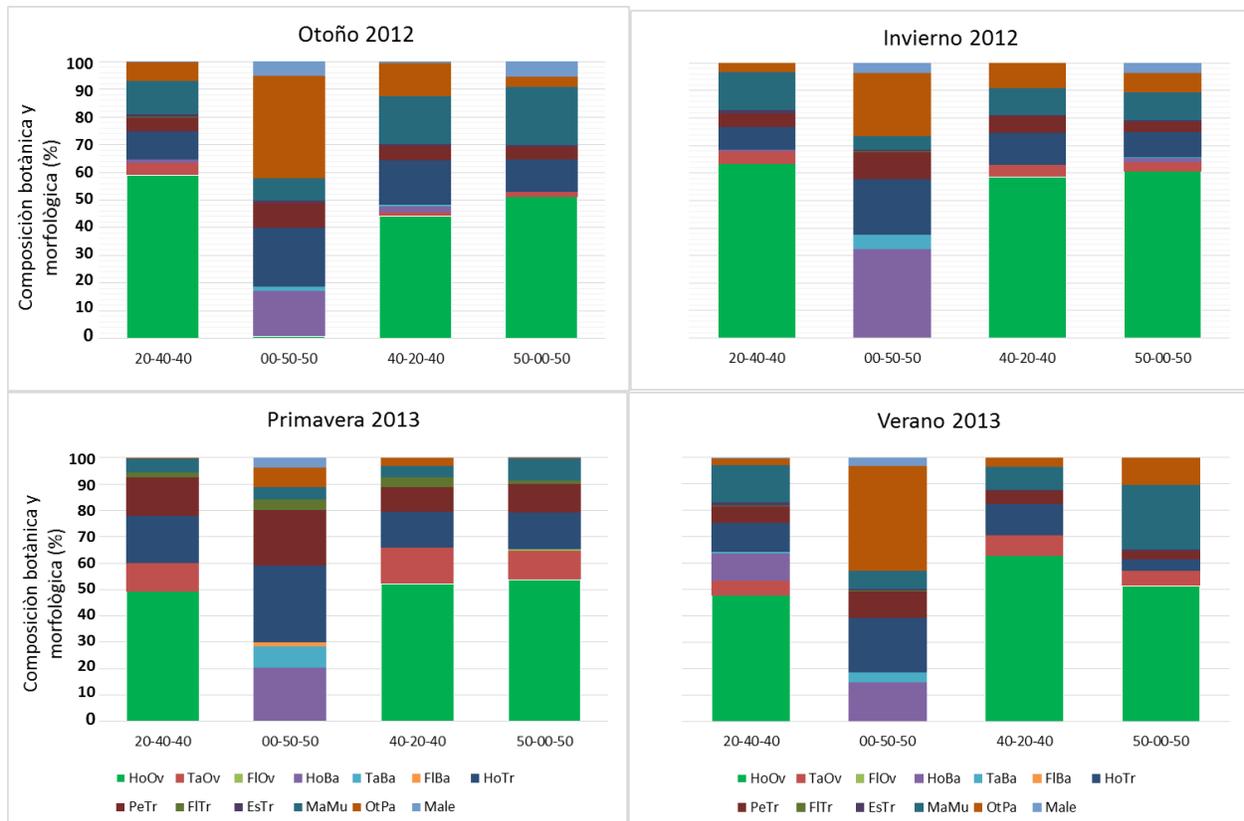


Figura 1. Cambios estacionales en la composición botánica y morfológica de ovilla (*Dactylis glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) asociado con trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

La contribución de cada especie al rendimiento de las asociaciones fue variable durante el periodo de estudio; el promedio estacional entre las asociaciones de ovilla fue de 61, 54, 52 y 51 % para, invierno, verano, primavera y otoño ($P < 0.05$). La asociación que mayor rendimiento presentó (40:20:40) obtuvo en la estación de verano el 63 % de ovilla y el menor otoño con 44 %. La asociación que obtuvo el mayor porcentaje de trébol (00:50:50) tiene el siguiente orden descendente durante las estaciones del año: 29 % (primavera) > 22 % (otoño) > 21 % (verano) < 20 % (invierno), La tendencia que presentó ovilla y el trébol blanco, se debió a que ovilla es de hábito de crecimiento menos erecto que el ballico perenne y el trébol es estolonífero, situación que ayudó para que no se eliminaran meristemas de crecimiento (Brock *et al.*, 1989). En la asociación de ballico perenne (00:50:50) obtuvo el mayor porcentaje en invierno con 32

% y la menor en verano con 14 %. Sin embargo independientemente de las asociaciones y estaciones del año esta misma asociación presentó el mayor porcentaje de otros pastos obteniéndolo en verano con 40 % y en la estación de primavera la menor con 8 %. La intensidad de cosecha pudo ser el factor por el cual el ballico perenne disminuyó durante el periodo experimental, probablemente por poseer un hábito de crecimiento erecto más susceptible a perder meristemas de crecimiento durante la cosecha con respecto al ovillo y trébol blanco (Garduño *et al.*, 2009).

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento anual de materia seca lo obtuvo la asociación 40:20:40 de ovillo, ballico perenne y trébol blanco. Todas las asociaciones presentaron estacionalidad en el rendimiento de forraje, siendo menor en invierno. Independientemente de la estación el ovillo es la especie que más contribuye al rendimiento en las asociaciones: 20:40:40, 40:20:40; y 50:00:50., mientras que ballico perenne, trébol blanco y otros pastos lo hacen en la asociación 00:50:50. De las tres especies estudiadas el ballico perenne es la que menor persistencia presenta con el manejo realizado.

LITERATURA CITADA

- Arriaga JC, Espinoza OA, Albarrán P, Castelán OO. Producción de leche en pastoreo de praderas cultivadas: una alternativa para el altiplano central. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. *Ciencia Ergo Sum* 1999; 6 (3) 290-300.
- Brock JL, Caradus JR, Hay MJM. Fifty years of White clover research in New Zealand *Journal. Agricultural Research* 1989; 43: 335-343
- Castro R R, Hernández-Garay A, Vaquera H H, Hernández P G J, Quero C A R, Enríquez QJF, Martínez HPA. Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo. *Revista Fitotecnia Mexicana* 2012; 35(1) 87-95.
- García E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 4 ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 2004; 217 p.
- Garduño VS, Pérez PJ, Hernández GA, Herrera HJG, Martínez HPA, Joaquín TBM Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. *Técnica Pecuaria en México* 2009; 47(2) 189-202
- González ASX, Días SH, López TR, Aizpuru GE, Garza CHM Sánchez RF. Consumo calidad nutritiva y composición botánica de una pradera de alfalfa y gramíneas perennes con diferentes niveles de asignación de forraje. *Técnica Pecuaria en México* 2004; 42(1) 29-37.
- Minitab. Meet minitab, Manual for the basic practice of statistics. W Freeman (ed). USA. 2006.
- SAS. User's guide. Statistics, version 8. Sixth edition. SAS Inc. Cary, North Carolina, USA. 1999; 956 p.
- Steel RG, Torrie RJL *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 2ª edición. Mc Graw – Hill. México 1988; 622 p.

023 DIVERSIDAD GENÉTICA DE BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL Y ASOCIATIVIDAD CON *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

GENETIC DIVERSITY OF PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIA AND ASSOCIATIVITY WITH *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

Raúl Plascencia Jiménez¹, Adrián R. Quero Carrillo², Roberto Quintero Lizaola², Santos Morales Vidal³, Filiberto Herrera Cedano¹

¹Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Nayarit-INIFAP, CP 63300, Fax (01323) 235-07-10; ²Campus Montecillo Colegio de Postgraduados, CP 56230, Fax (01595) 952-02-62. ³Agribest, México DF. plascencia.raul@inifap.gob.mx; raulplascencia83@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la capacidad de asociación de bacterias (*BS*) de vida libre, para la producción de sustancias reguladoras del crecimiento, con pasto Banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr, nativo de zonas áridas de México. El estudio se realizó en el *Campus* Montecillo del Colegio de Postgraduados. Se tomaron 10 g de rizósfera, en asepsia, se vertieron en 90 ml de agua destilada estéril, se realizaron diluciones seriadas a diez decimales. Para determinar densidad de *BS*, se utilizaron las diluciones 10^{-5} , 10^{-6} y 10^{-7} , en medio gelificado NFb. Las placas se incubaron a 30 °C durante 7 d. Las colonias de *BS* que crecieron se sembraron en agar nutritivo para realizar caracterización morfológica de las colonias; posteriormente, se les realizó prueba para producción de indoles, sideróforos y caracterización taxonómica y morfológica de la bacteria. Por su velocidad de crecimiento, se seleccionaron cinco cepas, de las cuales cuatro de acuerdo a su forma fueron circulares y una amiboide; para elevación, tres fueron planas, una elevada y otra convexa; por borde, cuatro fueron onduladas y una lobulada; por textura, tres secas y dos acuosas; por color, tres fueron blancas, una crema y una azul. Solamente dos produjeron indoles y ninguna produjo sideróforos; dos fueron *Bacillus*, dos *Sphingomonas* y una *Burkholderia*; tres bacterias presentaron la forma de bacilos y dos forma de coco; las cepas seleccionadas presentaron características diferentes y algunas de ellas constituyen una opción para la promoción del crecimiento vegetativo.

Palabras clave: características morfológicas, indoles, sideróforos.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the ability of free-living bacteria (*BS*) for plant growth substances production in association with sideoats grama *Bouteloua curtipendula* native to the arid zones of México. The study was conducted at the Colegio de Postgraduados' *Campus* Montecillo. Ten g of rhizospheric soil were taken aseptically, poured into 90 ml of sterile distilled water, and serial dilutions to ten decimals were prepared. In order to determine *BS* density, the dilutions 10^5 , 10^6 and 10^7 were used within NFb gelled medium. Media plates were incubated at 30 °C for 7d. Growing *BS* colonies were placed on nutrient agar for colonies' morphological characterization; subsequently, tests were performed for indols, siderophores production, and bacterial taxonomic-morphological

characterization. Five strains were selected by their growth rate and scored; for shape, four were rounded and one amoeboid; for colony elevation, three were flat, one elevated and other convex; according to their edge, four were wavy and one lobed; for texture, three dry and two aqueous; for color, three were white, one creamy, and one blue. Only two yielded indols and none produced siderophores; two were *Bacillus*, two *Sphingomonas* and one *Burkholderia*; three bacteria form were rod-shaped and two showed coconut shape. Selected strains showed different characteristics and may be an option to promote vegetative growth.

Key words: morphological characteristics, indoles, siderophores.

INTRODUCCIÓN

La producción y estabilidad del pastizal integra a los componentes del ecosistema, tanto en la parte aérea como en la rizósfera. Uno de los aspectos olvidados en estudios de estabilidad del pastizal es la biota del suelo. Bacterias de vida libre que habitan en la rizósfera promueven el crecimiento vegetal mediante diversos mecanismos: fijación de Nitrógeno, producción de fitohormonas, solubilización de nutrientes, producción de sideróforos y control de fitopatógenos. Los géneros más estudiados incluyen *Azotobacter* (Guzmán *et al.*, 2012), *Derxia*, *Herbaspirillum*, *Gluconacetobacter*, *Burkholderia* (Obando *et al.*, 2010), *Azospirillum*, *Klebsiella*, *Beijerinckia*, *Pseudomonas* y *Bacillus* y, algunos de ellos, tienen el atributo de adaptarse a condiciones de estrés. El objetivo fue evaluar la capacidad de cepas de vida libre, para la producción de sustancias reguladoras del crecimiento en asociación con pasto Banderita de zonas áridas de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el área de Bacteriología del Programa de Fitopatología, del *Campus* Montecillo del Colegio de Postgraduados. Se tomaron 10 g de suelo de la rizósfera; en condiciones de asepsia, se vertieron en 90 ml de agua destilada estéril, se realizaron diluciones seriadas a diez decimales. Posteriormente, se tomó una alícuota de 0.1 ml de las diluciones 10^{-5} , 10^{-6} y 10^{-7} y se sembró en medio de cultivo gelificado NFb (para 1 L: DL-ácido málico 5 g, CaCl_2 0.02 g, FeCl_3 0.01 g, NaCl 0.1 g, KH_2PO_4 0.4 g, K_2HPO_4 0.1 g, $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.002 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2 g, biotina 0.0001, agar-agar 15 g, agua destilada 1 L y 2 mL de azul de bromotimol en alcohol al 5%; Döbereiner y Day, 1974) y se distribuyó uniformemente por toda la placa, para cada dilución se prepararon cinco repeticiones. Las inoculaciones se incubaron a 30 °C durante siete días. Las BS que mostraron desarrollo, se resembraron en agar nutritivo, se incubaron a 30 °C por 72 h y, una vez desarrollada la colonia, se identificaron morfológicamente, considerando forma, elevación, borde, textura y color (Carpenter, 1977). La producción de indoles se analizó por el método de Salkowski; se utilizaron 50 ml de medio de cultivo a base de sales minerales, ácido succínico, fructuosa y triptófano (Jain y Patriquin, 1985); se inoculó por separado 1 ml de cultivo bacteriano con 10^8 UFC ml⁻¹, los cultivos se incubaron a 30 °C durante 96 h en agitación a 220 rpm. Los cultivos bacterianos se centrifugaron a 10 000 rpm 15 min a 4 °C, para separar el paquete celular del medio. Con el sobrenadante que se obtuvo, los indoles relacionados fueron extraídos con tres lavados en acetato de etilo. Para la fracción orgánica, el acetato de etilo fue evaporado al vacío a 37 °C y el residuo fue resuspendido y colectado en 1 ml

de metanol. La determinación cuantitativa de indoles se realizó en espectrofotómetro Varian modelo DMS 90 a 535 nm, a través de la reacción colorimétrica, con reactivo de Salkowski (Tien *et al.*, 1979; Hartmann *et al.*, 1983). Para sideróforos, las BS se propagaron en medio de o peptosa-succinato-sales (PSS), con biotina y piridoxal (2 mg ml⁻¹; 1 ml L⁻¹) y tiamina (0.04 mg ml⁻¹; 1 ml L⁻¹). Los cultivos se incubaron a 32 °C durante 24 h en agitación a 220 rpm. Se inocularon 10 µl de cultivo bacteriano con 10⁶ UFC ml⁻¹ en cajas Petri, con medio cromo azurol S (CAS), utilizando el multiinoculador de Steer. Las cajas Petri se incubaron a 32 °C durante 7d, tomando lecturas cada 24h. La constancia positiva para producción de sideróforos es el cambio de azul a naranja en el medio (Neilands y Leong, 1986; Alexander y Zuberer, 1991). La identificación de BS, fue en base a características fenotípicas. Actualmente, con ensayos bioquímicos, se diagnostica género y especie de BS, con el sistema API 20NE para no fermentadores y el API 20E para BS fermentadoras (API System, S.A. La Balme les Grottes, France); se formó una suspensión con una o dos colonias de 18- 24 h en tubo con 2 ml de solución salina al 0.85% y se ajustó la densidad bacteriana con escala de McFarland a 0.5; con esta suspensión, se llenaron los tubos de pruebas convencionales de la galería. Posteriormente, se tomaron 200 uL de la suspensión y se agregó a la ampolla de API AUX Medium, se mezcló y se llenaron los tubos y cúpulas de los ensayos de asimilación, se incubaron a 30 °C por 24 h, posteriormente se revelaron las pruebas que requirieron la adición de otro reactivo, se tomaron los datos para análisis con el programa API Web. Previo a la identificación por medio del sistema API 20NE o API 20E, se realizaron ensayos bioquímicos complementarios: tinción de Gram, movilidad, catalasa, oxidación-fermentación, lactosa y anaerobiosis. (Farmer y Kelly, 1999). Para la caracterización de las bacterias en microscopio electrónico se cortaron fragmentos de 6 x 6 mm de agar, con bacterias de 1 día de siembra; dichas muestras, se fijaron en glutaraldehído 2.5% en amortiguador de fosfatos Sorensen 0.1M pH 7.2 (Bozzola y Rusel, 1999), durante 24 h. Posteriormente, se realizaron tres lavados seriados con el amortiguador de fosfatos mencionado, 5 min en cada cambio. Los fragmentos se deshidrataron en serie de etanoles graduales (30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% 90% y tres cambios en etanol al 100%), por 40 min, en cada cambio. Las muestras se secaron en punto crítico (Sandri-780A), se colocaron y orientaron en porta-muestras usando cinta doble adhesiva de carbón y se recubrieron con oro durante 4 min en ionizadora (Ion Sputter JFC-1100, Jeol, Fine Coat). Las muestras se observaron y fotografiaron en Microscopio Electrónico de Barrido (JEOL JSM 6390), operando a 15 Kv.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se aisló un total de 440 cepas las cuales crecieron en medio NFb; posteriormente, se seleccionaron 129 cepas en base a velocidad de crecimiento y se seleccionaron al final cinco, las cuales se caracterizaron morfológicamente (Cuadro 1). Del grupo seleccionado, cuatro presentaron forma de circular y una amiboide; para elevación, tres fueron planas, una elevada y una convexa; para borde, cuatro fueron onduladas y una lobulada; para textura, tres fueron secas y dos acuosas; para color, tres fueron blancas una crema y una azul. Pérez y Casas (2005), observaron que en *Azospirillum* spp., todas las cepas presentaron forma circular, variaron de planas a convexas, la superficie fue de lisa a rugosa; en todas, se observaron bordes enteros y fluctuaron de opacas a brillosas, además, todas presentaron gránulos y fluyeron de muy motiles a lentas y todas fueron Gram negativas.

Cuadro 1. Características morfológicas de las colonias aisladas.

Cepa	Forma	Elevación	Borde	Textura	Color	Observaciones
a66	Circular	Convexa	Ondulada	Seca	Blanca brillante	Conforme crece el centro es crema opaca y borde brillante
I27	Circular	Elevada	Ondulada	Acuosa	Crema, en el borde es brillante	
I95	Circular	Plana	Ondulada	Acuosa	Azul opaca, en el centro amarillo	
S73	Circular	Plana	Ondulada	Seca	Blanca brillante en el centro es gris	
ZA40	Amiboide	Plana	Lobulada	Seca	Blanca brillante	Conforme crece forma en el centro un círculo café

De los materiales originalmente aislados (cepas), ninguno produjo sideróforos; la cepa a66 corresponde a *Bacillus* spp., no produjo indoles; I27 es una *Burkholderia gladioli* produjo indoles de $5 \mu\text{g ml}^{-1}$ de AIA; I95 corresponde a *Sphingomonas paucimobilis* y no produjo indoles; S73, es *S. paucimobilis*, produjo $2 \mu\text{g ml}^{-1}$ de AIA; ZA40, que corresponde a *Bacillus* spp., no produjo indoles (Fig. 1).

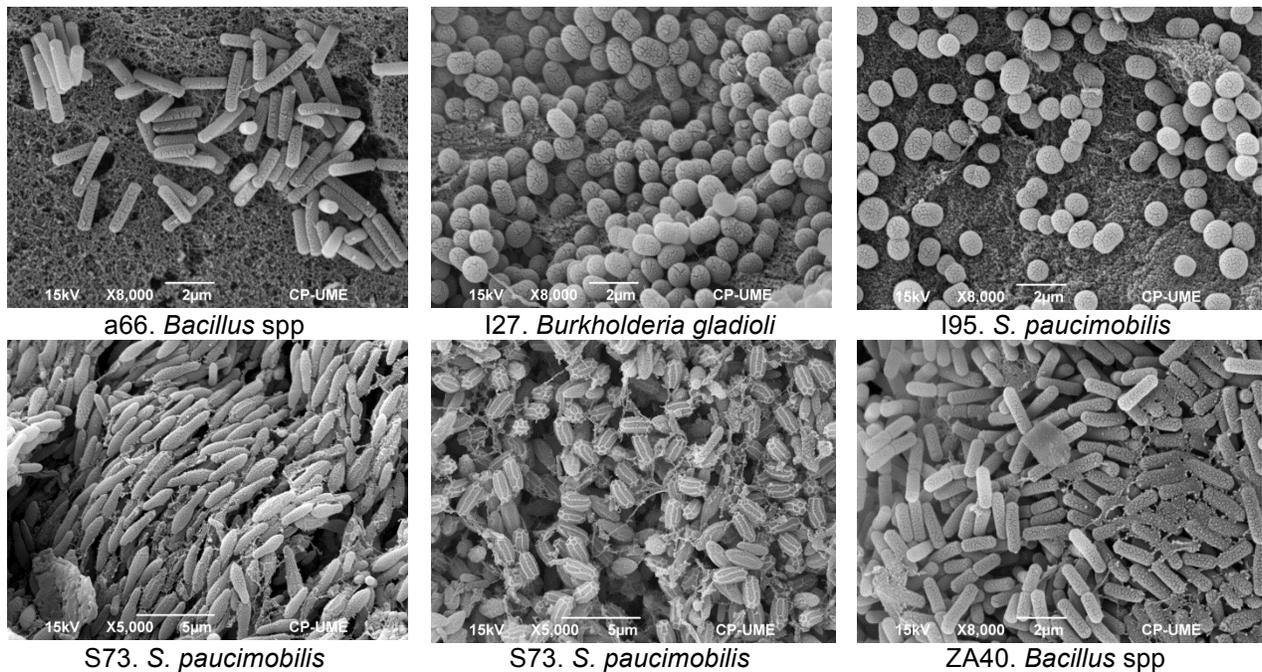


Figura 1. Características morfológicas de las bacterias observadas con microscopio electrónico. Cepas= a66, S73 y ZA40, presentaron la forma de bacilos; I27 y I95 presentaron la forma de coco.

Se observaron diferencias en las bacterias utilizando microscopía electrónica, donde a66, S73 y ZA40 presentaron forma de bacilo y I27 y I95 forma de coco (Figura 1).

CONCLUSIONES

Las cepas seleccionadas presentaron características morfológicas y microscópicas diferentes y algunas de ellas constituyen una opción para ser utilizadas como promotoras del crecimiento vegetal en regiones de pastizal semiárido

Agradecimientos. Se agradece a las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su apoyo para la consolidación del presente trabajo

LITERATURA CITADA

1. Alexander BD, Zuberer AD. Use of chrome azurol S reagents to evaluate siderophore production by rhizosphere bacteria. *Biol Fert Soils* 1991;(12):39-45.
2. Bozzola JJ, Russell LD. *Electron microscopy: Principles and techniques for biologists*. 2nd ed. Boston, USA: Jones and Bartlett Publishers.; 1999.
3. Carpenter PL. *Microbiology*. 4th ed. Philadelphia, USA: W. B. Saunders Company.; 1977.
4. Döbereiner J, Day DJ. Associative symbiosis in tropical grasses of microorganisms and dinitrogen fixing site. In Newton W, Nyam CJ editors. *Proceedings of the 1st. International Symposium on Nitrogen Fixation: Washington State University, Press Pullman, USA*. 1974;(2):518-539.
5. Farmer JJ, Kelly MT. *Enterobacteriaceae*. In: Ballows A, Hausler W, Herrmann K, Isenberg H, Shadon HJ editors. *Manual Clinical Microbiology*. 5th ed. Washinton, D. C, USA: American Society for Microbiology; 1999:360-383.
6. Guzmán A, Obando M, Rivera D, Bonilla R. Selección y caracterización de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (RPCV) asociadas al cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). *Rev Colomb Biotecnol* 2012;14(1):182-190.
7. Hartmann A, Singh M, Klingmuller W. Isolation and characterization of *Azospirillum* mutants, excreting high amounts of indolacetic acid. *Can J Microbiol* 1983;(29):916-923.
8. Jain DK, Patriquin DG. Characterization of a substance produced by *Azospirillum* which causes branching of root hairs. *Can J Microbiol* 1985;(31):206-210.
9. Neilands JB, Leong SA. Siderophores in relation to plant growth and disease. *Annu Rev Plant Physiol* 1986;(37):187-208.
10. Obando CDM, Burgos LB, Rivera DM, Rubiano MF, Divan VL, Bonilla RR. Caracterización de bacterias diazotróficas asimbióticas asociadas al Eucalipto (*Eucalyptus* spp.) en Codazzi, Cesar (Colombia). *Acta Biol Colomb* 2010;15(3):107-120.
11. Pérez J, Casas M. Estudio de la interacción planta-*Azospirillum* en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.). *Cult Trop* 2005;26(4):13-19.
12. Tien TM, Gaskins MH, Hubbell DH. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). *Appl Environ Microbiol* 1979;(37):1016-1024.

024 DIVERSIDAD DE MICROORGANISMOS DE LA RIZOSFERA, ASOCIADOS A *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., EN REGIONES SEMIÁRIDAS DE MÉXICO

DIVERSITY OF RHIZOSPHERIC MICROORGANISMS ASSOCIATED TO *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., INSEMIARID REGIONS OF MÉXICO

Raúl Plascencia Jiménez¹, Adrián R. Quero Carrillo², Roberto Quintero Lizaola², Santos Morales Vidal³, Filiberto Herrera Cedano¹

¹Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Nayarit-INIFAP, CP 63300, Fax (01323) 235-07-10; ²Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, CP 56230, Fax (01595) 952-02-62. ³Agribest, México DF. plascencia.raul@inifap.gob.mx; raulplascencia83@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la diversidad poblacional de microorganismos presentes en la rizósfera de pasto Banderita, se realizó un estudio en el *Campus* Montecillo del Colegio de Postgraduados. Se tomaron muestras rizosféricas de cinco localidades del Desierto Chihuahuense, donde crece *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., 10g de rizósfera, en asepsia, se vertieron en 90 ml de agua destilada estéril; a partir de ésta, se realizaron diluciones seriadas a diez decimales (10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} y 10^{-10}). Para determinar actinomicetos (AS), se utilizaron 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} en medio Czapek; para bacterias totales (BS), 10^{-5} , 10^{-6} y 10^{-7} , en agar nutritivo y; para hongos (HS), 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} , en medio Papa-Dextrosa-Agar. Siembras en placa se incubaron a 30°C. Las colonias de BS se cuantificaron por 24, 48 y 72 h; mientras que, AS y HS se cuantificaron a 168, 192 y 216 h, por cada dilución se prepararon cinco repeticiones. La información se analizó utilizando ANOVA, mediante un diseño completamente al azar, empleando GLM y Tukey ($P < 0.05$) para comparar medias de tratamientos. Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) para poblaciones entre localidades evaluadas. Los rangos de variación en poblaciones de AS fue de 2.4×10^4 a 9.0×10^4 unidades formadoras de colonias (UFC) g^{-1} de suelo seco (SS); para BS, de 0.5×10^5 a 1.9×10^5 UFC g^{-1} SS y para HS de 0.1×10^3 a 0.7×10^3 UFC g^{-1} SS. La diversidad de microorganismos nativos contribuye a mantener el equilibrio ecológico, fertilidad del suelo y juegan un papel importante con forrajes nativos.

Palabras clave: *Bouteloua*, actinomicetos, bacterias, hongos

ABSTRACT

In order to evaluate microorganism diversity present within the rhizosphere a study was conducted at the *Campus* Montecillo from the Colegio de Postgraduados. Rhizosphere samples from five locations of the Chihuahuan Desert, where *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., grows actively, were sampled and 10g of rhizospheric soil were aseptically poured into 90 ml of sterile distilled water, and serial dilutions were made to ten decimal basis (10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} , and 10^{-10}). To determine actinomycetes (AS) dilutions 10^{-3} , 10^{-4} and 10^{-5} were evaluated under Czapek culture media; for total bacterias (BS), 10^{-5} , 10^{-6} , and 10^{-7} in nutrient agar; and for fungi (HS), 10^{-2} , 10^{-3} , and 10^{-4} using amid-potato-dextrose agar. Plates were incubated at 30 °C. BS colonies were

quantified by 24, 48 and 72 h; while, *AS* and *HS* were quantified at 168, 192, and 216 h, five replicates for each dilutions were prepared. Data was analyzed through ANOVA using a completely randomized design, using GLM and Tukey ($P<0.05$) for mean comparison among treatments. Differences were found ($P<0.05$) for populations documented by location evaluated. Ranges of variation were found for BS population ($P<0.05$; 2.4×10^4 to 9.0×10^4) AS of colony forming units (CFU) g^{-1} dry soil (SS) for BS 0.5×10^5 to 1.9×10^5 CFU g^{-1} SS and *HS* 0.1×10^3 to 0.7×10^3 CFU g^{-1} SS. Native microorganisms diversity help to maintain the ecological balance, soil fertility and play an important role with native forages.

Key words: *Bouteloua*, actinomycetes, bacteria, fungi.

INTRODUCCIÓN

En el suelo existe gran diversidad de microorganismos, los cuales mantienen la vida en el planeta, además forman comunidades complejas y dinámicas; por tanto, para comprender su funcionamiento, es importante identificarlos y caracterizarlos (Escalante *et al.*, 2004). Por otro lado, conocer la asociatividad de las comunidades microbianas con cultivos de interés, es un aspecto que contribuye a mantener el equilibrio ecológico del suelo; similarmente, determinar exudados que liberan las plantas y que los microorganismos consumen, los cuales tienen efectos promotores y deletéreos que determinan específicamente la interacción planta-microorganismo. En los ecosistemas ganaderos, las comunidades microbianas contribuyen en la liberación y disposición de nutrientes para los pastizales, además coadyuvan significativamente al reciclaje de la materia orgánica y nutrientes (Cabrera y Crespo, 2001). El objetivo fue evaluar la diversidad poblacional de microorganismos presentes en la rizósfera de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., de zonas semiáridas de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La determinación poblacional se realizó en el área de Bacteriología del Programa de Fitopatología, del *Campus* Montecillo del Colegio de Posgraduados, en el municipio de Texcoco, Estado de México ($19^{\circ} 27'$ Norte y $98^{\circ} 54'$ Oeste), a una altitud de 2220 m, clima Cw, el menos seco de los áridos, con lluvias en verano, temperatura media anual de $14.6^{\circ} C$ y precipitación media anual de 500 mm (García, 2005). Se colectaron muestras de cinco localidades (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características geográficas de localidades de muestreo de la rizósfera de pasto Banderita.

Localidades	Lat. N	Long. O	A (m)	T °C	P mm	Clima
Salinas, SLP (1)	22° 38'	101° 43'	2070	14-18	300-500	Seco templado
Jacalón, Salinas, SLP (2)	22° 38'	101° 43'	2100	14-18	300-500	Seco templado
Calera, Zacatecas (3)	23° 27'	102° 55'	2160	16-18	400-500	Seco templado
Sta. Ma. del Oro, Dgo (4)	25° 57'	105° 22'	1700	10-20	300-600	Seco templado
La Zarca, Dgo (5)	26° 15'	104° 55'	1700	14-20	300-600	Seco templado

A=Altitud, T=Temperatura media anual, P=Precipitación media anual (INEGI, 2005).

En cada localidad, donde se desarrolla de forma natural *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., se tomaron muestras de rizósfera, se tamizaron en malla de 2 mm hasta obtener

un kg de rizósfera tamizado y se pesaron 100 g para determinar las características físicas y químicas de cada una (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características químicas de la rizósfera de cinco localidades estudiadas.

Características químicas del suelo	Localidades				
	1	2	3	4	5
pH (H ₂ O)	7.6	8.1	7.9	5.70	7.9
MO (%)	0.9	1.9	2.1	1.70	5.6
CE (dSm ⁻¹)	0.1	0.37	0.3	0.15	0.42
CIC (meq 100g ⁻¹)	14.0	32.9	28.4	18.4	18.9
N (%)	0.5	0.1	0.11	0.09	0.28
P (mg kg ⁻¹)	7.0	24.0	31.0	15.0	14.0
K (mg kg ⁻¹)	2.1	3.9	2.4	1.3	1.1
N-NO ₃ mg kg ⁻¹)	11.0	46.0	28.0	25.0	32.0
N-NH ₄ (mg kg ⁻¹)	1.0	2.0	19.0	23.0	31.0

Localidades. 1) Salinas, San Luis Potosí; 2) Ejido, Jacalón, Salinas, San Luis Potosí; 3) Calera, Zacatecas; 4) Santa María del Oro, Durango; 5) Crucero La Zarca, Durango.

Para estimar las poblaciones de *AS*, *BS* y *HS* en cada localidad, se pesaron por duplicado 10 g de rizósfera. Los primeros 10 g fueron empleados para determinar contenido de humedad, mediante secado en horno de convección mecánica a 110 °C, durante 24 h (Bewley y Black, 1994). Los 10 g restantes, bajo condiciones de asepsia, se vertieron en botella de dilución que contenía 90 ml de agua destilada estéril, ésta se agitó vigorosamente durante 2 min y de esta dilución (10⁻¹), se tomaron 10 ml, realizando diluciones seriadas a diez decimales (10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶, 10⁻⁷, 10⁻⁸, 10⁻⁹ y 10⁻¹⁰). Para *AS*, se utilizaron las diluciones 10⁻³, 10⁻⁴ y 10⁻⁵ en medio Czapek gelificado (50 g l⁻¹), tomando una alícuota de 0.1 ml, la cual, se distribuyó uniformemente por toda la placa y, para cada dilución, se prepararon cinco repeticiones. Para *BS*, se tomaron las diluciones 10⁻⁵, 10⁻⁶ y 10⁻⁷ las cuales se sembraron en placas con medio de cultivo Agar Nutritivo (20 g l⁻¹) gelificado, se prepararon cinco repeticiones por dilución y; para *HS*, se tomaron las diluciones 10⁻², 10⁻³ y 10⁻⁴, utilizando medio Papa-Dextrosa-Agar gelificado (39 g l⁻¹), con cinco repeticiones por dilución. Las siembras en placa se incubaron a 30 °C. Las *UFC* de *BS* se cuantificaron a 24, 48 y 72 h; mientras que, para *AS* y *HS* las *UFC* se cuantificaron a 168, 192 y 216 h. Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar, empleando GLM y pruebas de Tukey ($P < 0.05$) para comparar medias entre tratamientos (SAS, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH de los suelos evaluados osciló desde moderadamente ácido hasta medianamente alcalino, sin embargo, la mayoría se consideran suelos alcalinos (Cuadro 2). El rango en contenido de MO fue desde bajo hasta alto. Para CE los valores en todas las localidades se consideran no salinos, aptos para la agricultura. Para CIC las localidades uno, cuatro y cinco presentaron un rango de moderada capacidad de intercambio; sin embargo, las localidades dos y tres, mostraron la mayor tasa de intercambio de cationes cuyo rango fue alto. Los valores para N se consideran desde bajos hasta muy altos, las localidades uno y cinco presentaron mayores valores. Se encontró variación para Fósforo en las diferentes localidades, cuyos niveles van de medio a alto. Sin

embargo, se observó que los suelos cuatro y cinco presentaron valores similares de Fósforo. Además, se encontró que la localidad uno fue la única que presentó valores medios de Fósforo. Por otro lado, los niveles de Potasio son óptimos en las diferentes localidades. Para N-NO₃ los valores se consideran de bajos a aceptables. La localidad cuatro fue la que presentó, en la mayoría de las características químicas del suelo, los menores valores (Rodríguez y Rodríguez, 2011; NOM-021-RECNAT-2000; Hazelton y Murphy, 2007). La textura de suelo fue franco con variantes, presentando dos localidades texturas de franco arenoso, también se observó variación en el contenido de humedad del suelo (Cuadro 3) y época de muestreo (Octubre del 2012).

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) en UFC de AS en las cinco localidades estudiadas (Cuadro 3), las localidades dos y cinco mostraron mayores promedios superando en 214, 177 y 375% a las localidades uno, tres y cuatro, respectivamente. Se encontró un rango de variación en la población de AS de 2.4×10^4 a 9.0×10^4 UFC g⁻¹ de SS, con valores inferiores a los reportados por Zhang *et al.* (2013), quienes obtuvieron poblaciones de AS con valores de 5×10^5 a 20.8×10^5 UFC g⁻¹ de SS para niveles de fertilización nitrogenada de 0.1 a 0.7 g N⁻¹ g⁻¹ de SS.

Para BS se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en UFC en las diferentes localidades (Cuadro 3), siendo la localidad uno la que menor UFC g⁻¹ de SS presentó, con promedio de 0.5×10^5 UFC, comparado con las otras localidades, las cuales fueron superiores en 360, 380, 300 y 240% para las localidades dos a cinco, respectivamente. El tipo de textura de suelo influyó numéricamente en BS y la textura franco arenosa presentó menores poblaciones; contrariamente, la textura franco y franco limosa presentaron las mayores poblaciones. Estas poblaciones son inferiores a las reportadas por Vieira y Nahas (2005), quienes encontraron mayores valores de BS en suelo donde se cultiva sorgo con rango de 60×10^6 a 250×10^6 UFC g⁻¹ de SS, comparado con suelo forestal y con eucaliptos establecidos, respectivamente.

Cuadro 3. Características físicas del suelo, contenido de humedad y conteo en placa de microorganismos aislados de la rizósfera de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

Localidad	Textura	Arena	Limo	Arcilla	CH	AS	BS	HS
		%	%	%	%	$\times 10^4$ ufc g ⁻¹ ss ⁻¹	$\times 10^5$ ufc g ⁻¹ ss ⁻¹	$\times 10^3$ ufc g ⁻¹ ss ⁻¹
1	Franco arenoso	77	20	3	2.3	4.2 ^b	0.5 ^b	0.1 ^b
2	Franco	37	40	23	6.4	9.0 ^{a**}	1.8 ^a	0.3 ^b
3	Franco limoso	18	59	23	4.7	5.1 ^b	1.9 ^{a*}	0.2 ^b
4	Franco arcilloso	45	20	35	6.2	2.4 ^c	1.5 ^a	0.4 ^b
5	Franco arenoso	57	16	27	5.5	8.4 ^a	1.2 ^a	0.7 ^{a*}

Localidades. 1) Salinas, SLP, 2) Ejido, Jacalón, Salinas, SLP, 3) Calera, Zacatecas, 4) Santa María del Oro, Durango, 5) Crucero La Zarca, Durango. AS= actinomicetos, BS= bacterias, HS= hongos. UFC= unidades formadoras de colonias. SS= suelo seco. * y ** Literales diferentes dentro de columna indican diferencias significativas Tukey ($P < 0.05$) y ($P < 0.01$), respectivamente.

Para las poblaciones de HS se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para las diferentes localidades, cuyo valor superior fue de 0.7×10^3 y el inferior de 0.1×10^3 UFC g⁻¹ de SS, como se mostró en el cuadro 3, la mayor población de HS se encontró en la

localidad que presentó mayor contenido de MO; mientras que la menor población se observó en la localidad con menor cantidad de MO. Esto nos indica que la presencia de MO en estas localidades influye la dinámica de poblaciones de *HS*.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que existe gran diversidad de microorganismos nativos que contribuyen a mantener el equilibrio ecológico y la fertilidad del suelo en condiciones de temporal de zonas áridas.

Las poblaciones reportadas son nativas de las regiones áridas y semiáridas, y juegan un papel importante para el aprovechamiento sostenible de los recursos forrajeros nativos.

El tipo de suelo, MO, CE y N presentes influyen en la dinámica poblacional de comunidades de microorganismos presentes en la rizósfera.

Es importante la caracterización de microorganismos nativos para su evaluación sistemática sobre la estabilidad y productividad del sistema.

Agradecimientos. Se agradece a las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su apoyo para la consolidación del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

1. Bewley JD, Black M. Seeds, Physiology of Development and Germination. 2nd ed. New York, USA: Plenum Press.; 1994.
2. Cabrera G, Crespo G. Influencia de la biota edáfica en la fertilidad de los suelos en ecosistemas de pastizales. Rev Cub Cienc Agrí 2001;35(1):1-7.
3. Escalante LA, Gosset LG, Martínez JA, Bolívar ZF. Diversidad bacteriana del suelo: Métodos de estudio no dependientes del cultivo microbiano e implicaciones biotecnológicas. Agrociencia 2004;(38):583-592.
4. García E. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ta ed. México, D. F: Instituto de Geografía, UNAM.; 2005.
5. Hazelton P, Murphy B. Interpreting soil test results. What do all the numbers mean. 2nd ed. Australia: CSIRO Publishing.; 2007.
6. INEGI. 2005. Marco Geoestadístico Nacional. Productos y Servicios. Localidades. México, D. F.
7. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Secretaría del medio ambiente (SEMARNAT 2002). Diario oficial (Segunda edición).
8. Rodríguez FH, Rodríguez AJ. Métodos de análisis de suelos y plantas. Criterios de interpretación. 2da ed. México, D. F: Trillas.; 2011.
9. Statistical Analysis System (SAS). 2003. User's Guide: statistics. Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.
10. Vieira FCS., Nahas E. Comparison of microbial numbers in soils by using various culture media and temperatures. Microbiol Research 2005;(160):197-202.
11. Zhang X., Huang, G., Bian X, Zhao Q. Effects of root interaction and nitrogen fertilization on the chlorophyll content, root activity, photosynthetic characteristics of intercropped soybean and microbial quantity in the rhizosphere. Plant Soil Environ 2013;59(2):80-88.

025 BACTERIAS DIAZOTRÓFICAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL, EVALUADAS EN *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

PLANT GROWTH PROMOTING DIAZOTROPHIC BACTERIA, EVALUATED IN *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

Raúl Plascencia Jiménez¹, Adrián R. Quero Carrillo², Roberto Quintero Lizaola², Santo Morales Vidal³

¹Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Nayarit-INIFAP, CP 63300, Fax (01323) 235-07-10; ²Campus Montecillo Colegio de Postgraduados, CP 56230, Fax (01595) 952-02-62; ³Tecnologías AgriBest, México, D.F. plascencia.raul@inifap.gob.mx; raulplascencia83@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar efecto de inoculación con bacterias promotoras del crecimiento vegetal sobre rendimiento de biomasa en *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. El estudio se realizó en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados. Se evaluaron dos genotipos La Zarca (G1) y 5 (G2). Dos dosis de inoculación 0.5 (D1) y 1 ml tubin (70cc)⁻¹ (D2). Cinco cepas, *Bacillus* spp. (C1); *Burkholderia gladioli* (C2); *Sphingomonas paucimobilis* (C3); *S. paucimobilis* (C4); *Bacillus* spp. (C5); consorcio (C6); testigo sin inoculación (C7). Se realizaron cuatro muestreos destructivos 38, 52, 65 y 80 días después de siembra (dds), con cinco repeticiones. Se determinó altura de planta, peso seco de parte aérea (PSA) y peso seco de raíz (PSR). Se utilizó diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2x6x4, con testigo, mediante GLM y Tukey ($P < 0.05$), para comparar medias. Para Altura, G1 fue superior a G2 con promedio de 2.4 cm. Para dosis, no hubo diferencias ($P > 0.05$) en altura. C6 fue mayor con promedio de 7.2 cm a 80 dds. Para PSA, G1 fue mayor a G2 con 34.2 mg planta⁻¹. Para dosis, no hubo diferencias ($P > 0.05$), a 80 dds en PSA. C6, C4 y C2 presentaron mayores PSA, a 80 dds. G1 fue superior a G2 en 8.8 mg planta⁻¹ a 80 dds para PSR. D2 fue superior en promedio a D1, en 5.8 mg planta⁻¹ para PSR. C6, C2 y C3 fueron mayores en PSR a 80 dds. Hay efecto de genotipo, dosis de inoculación y cepa en el rendimiento de biomasa.

Palabras clave: rendimiento de biomasa, muestreos destructivos, altura de planta.

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of inoculation with plant growth promoting bacteria on biomass yield in *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., a study was conducted at the Colegio de Postgraduados' Campus Montecillo. Two genotypes were included: La Zarca (G1) and genotype 5 (G2). Two inoculation dosages: 0.5 ml tubin (70cc)⁻¹ (D1) and 1 ml tubin⁻¹ (D2). Evaluated strains included: *Bacillus* spp. (C1); *Burkholderia gladioli* (C2); *Sphingomonas paucimobilis* (C3); *S. paucimobilis* (C4); *Bacillus* spp. (C5); consortium (6); control without inoculation (C7). Four destructive sampling 38, 52, 65 y 80 days after sowing (das), with five replicates, were evaluated, through plant height, dry weight of aerial part (DWA) and root dry weight (RDW). Data was analyzed using a completely randomized design including control 2x2x6x4 under a factorial arrangement with GLM, and Tukey ($P < 0.05$) for mean comparisons. Plant height: G1 was superior to G2 (2.4cm); for dosage, no differences ($P > 0.05$) were observed; C6 was taller with (7.2 cm at 80 das). For DWA, G1 was heavier than G2 (34.2 mg plant⁻¹); for dosage, no

differences ($P>0.05$) were detected to 80 das; C6, C4 and C2 had higher DWA to 80 das. For RDW, G1 was heavier than G2 in $8.8 \text{ mg plant}^{-1}$ 80 das; D2 was higher than D1 in $5.8 \text{ mg plant}^{-1}$. C6, C2 and C3 were higher in RDW 80 das. Genotype, inoculation dosage, and strain influenced plant length and growth.

Key words: biomass yield, destructive sampling, plant height.

INTRODUCCIÓN

Bajo condiciones de temporal ningún ganadero fertiliza los potreros, lo que afecta la productividad y estabilidad del pastizal, especialmente, al combinar sobrepastoreo. Para mantener el equilibrio del ecosistema, existe necesidad de reducir el uso de fertilizantes sintéticos y remplazarlos por microorganismos diazotróficos como biofertilizante y recuperar las propiedades de suelos deteriorados por el manejo tradicional, sin reducir el rendimiento de los cultivos (Acebo *et al.*, 2007; Guzmán *et al.*, 2012). El objetivo fue evaluar el efecto de la inoculación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal sobre el rendimiento de biomasa de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de cepas se realizó en el área de Bacteriología del Programa de Fitopatología, del *Campus* Montecillo del Colegio de Postgraduados; las cepas (C) seleccionadas se identificaron como *Bacillus* spp., a66 (C1); *Burkholderia gladioli*, I27 (C2); *Sphingomonas paucimobilis*, I95 (C3); *S. paucimobilis*, S73 (C4); *Bacillus* spp., ZA40 (C5). Para cultivar el inoculante, se vertieron 450 ml con medio líquido NFb en matraz Erlenmeyer de 750 ml de la solución (por 1 L) de: DL-ácido málico 5 g, CaCl_2 0.02 g, FeCl_3 0.01 g, NaCl 0.1 g, KH_2PO_4 0.4 g, K_2HPO_4 0.1 g, $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.002 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2 g, biotina 0.0001, agua destilada 1 L y 2 ml de azul de bromotimol en alcohol al 5% (Döbereiner y Day, 1974); posteriormente, se ajustó a pH 7 y, en condiciones de asepsia, se tomaron nueve asadas, una por cada 50 ml de medio de cultivo y cepa, depositadas por matraz; los cuales, se colocaron en agitador Labnet Orbit-1900, a 180 rpm durante 8 d a 25°C . Transcurrida la incubación, se determinó la población bacteriana, mediante la escala de McFarland de 10^6 unidades formadoras de colonias (UFC) ml^{-1} de inóculo. Los tratamientos incluyeron la combinación de: *i*) genotipos [La Zarca (G1) y genotipo 5 (G2)]; *ii*) dosis [0.5 (D1) y 1 (D2) ml tubin (70cc^{-1}); y *iii*) cepa (C1, C2, C3, C4, C5, consorcio de las cepas anteriores (C6) y testigo (sin aplicación del inóculo) C7); *iv*) cuatro muestreos destructivos a los 38, 52, 65 y 80 dds, para todos los casos, se utilizaron cinco repeticiones. Para eliminar el efecto de tamaño de carióspside, se utilizó tamiz con 0.59 mm de separación y los carióspsides retenidos se utilizaron para siembra, éstos se desinfectaron superficialmente, sumergiéndolos en etanol (10%), por 1 min; posteriormente, se enjuagaron en agua destilada por 3 min. A tubines plásticos con capacidad de 70 cc se les agregó 50 cc de suelo previamente esterilizado. Antes de depositar el suelo en los tubines, se colocó tapón de algodón, para evitar pérdida de suelo por el drenaje de éstos. Se aplicó riego hasta capacidad de campo y se depositó un carióspside por tubin; posteriormente, se aplicó inoculante según tratamiento. Hasta 14 dds, se regó a capacidad de campo; seguido de esto, cada tercer día con agua destilada se aplicaron 15 ml por tubin con dosificador. La humedad aprovechable se determinó con tensiómetro. El primer muestreo destructivo se realizó 38dds, se midió altura de planta, se separó la parte aérea de la raíz y ambas se secaron a 55°C hasta peso constante; similarmente, para los tres muestreos restantes.

Para el análisis de la información se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos 2x2x6x4 más el testigo, empleando GLM y Tukey ($P < 0.05$) para comparar medias entre tratamientos (SAS, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para altura de planta, G1 fue mayor a G2 en 2.7, 2.7 y 1.8 cm a 38, 52 y 80 dds, respectivamente, (Fig 1A; $P < 0.01$); por el contrario, a 65 dds no se observaron diferencias (Fig 1A; $P > 0.05$). En dosis de inoculación, no se observaron diferencias (Fig 1B; $P > 0.05$) en los muestreos destructivos. C3 y C4 fueron las cepas que presentaron mayor altura, en comparación a las demás cepas y testigo, a 38 dds (Fig 1C; $P < 0.01$). A 52 dds, C6 y C4 presentaron mayores alturas con relación a otras cepas y al testigo. A 65 dds, C6 fue superior en 10.4, 8.6, 4.8, 3.5, 5.8 y 5.8 cm con respecto a C1, C2, C3, C4, C5 y C7, respectivamente (Fig 1C; $P < 0.01$). A 80 dds C6 fue mayor a C1, C2, C3, C4, C5 y C7, con 10.0, 8.7, 6.4, 3.2, 7.5 y 7.1 cm, respectivamente (Fig 1C; $P < 0.01$).

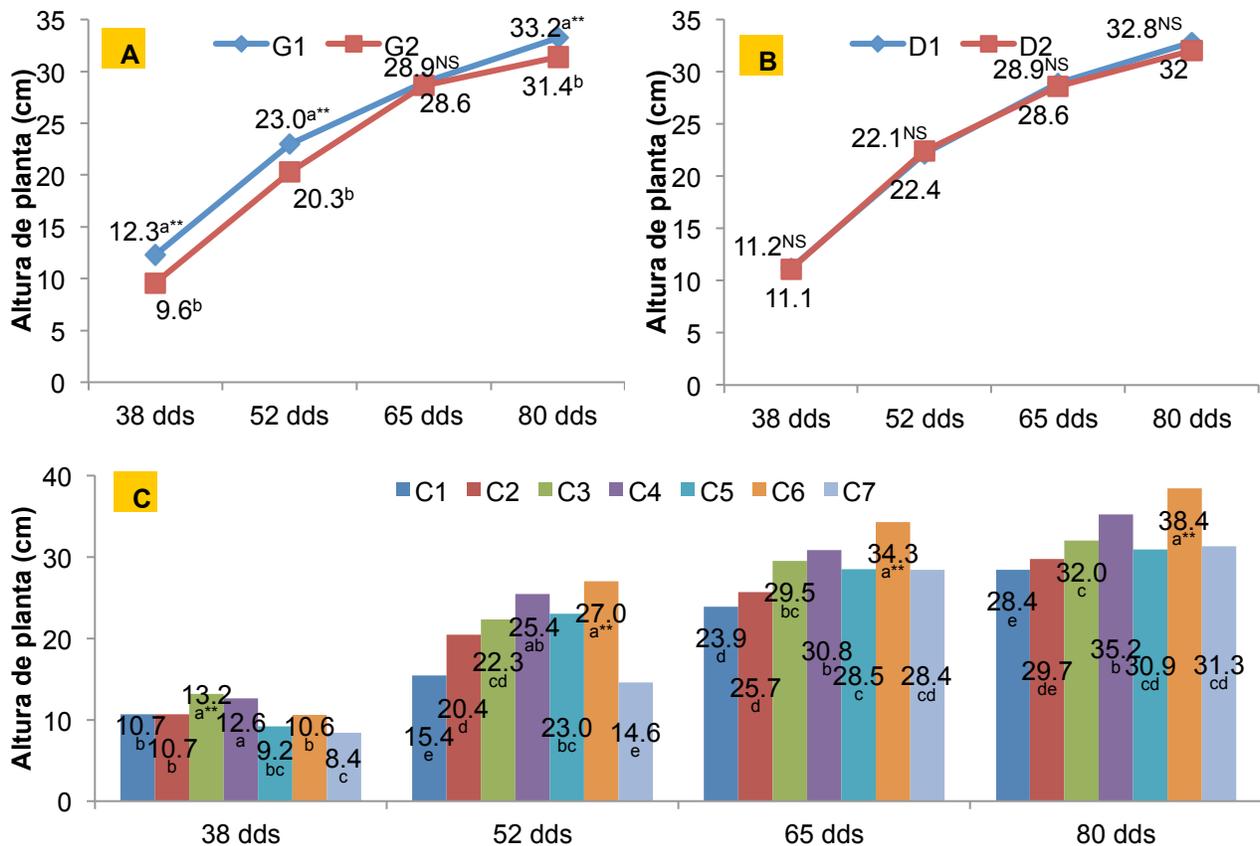


Figura 1. Altura de planta en dos genotipos de *Bouteloua curtipendula* (A), dosis de inoculación (B) y cepas evaluadas (C), para diferentes fechas de muestreo. Genotipos G1= La Zarca, G2=5. Dosis de inoculación D1= 0.5 y D2= 1 ml de inóculo tubin(70cc)⁻¹. Cepas evaluadas C1= *Bacillus* spp., a66; C2= *Burkholderia gladioli*, I27; C3= *Sphingomonas paucimobilis*, I95; C4= *S. paucimobilis*, S73; C5= *Bacillus* spp., ZA40; C6= consorcio; C7= testigo (sin inoculación con bacterias). dds= días después de la siembra. NS= diferencia no significativa ($P > 0.05$) ** Literales diferentes entre columnas, indican diferencia significativa ($P < 0.01$).

Para PSA, G1 fue superior a G2 en 4.7, 33.1, 45.4 y 53.4 mg planta⁻¹ a 38, 52, 65 y 80 dds, respectivamente (Fig 2A; $P < 0.01$). D2 fue mayor a D1 en PSA a 38 y 52 dds con valores de 5.8 y 2.2 mg planta⁻¹, respectivamente (Fig 2B; $P < 0.01$); por el contrario, a

65 dds, D1 fue mayor a D2 en 4.2 mg planta⁻¹ y, a 80 dds, no se observaron diferencias (Fig 2B; $P>0.05$). C3 fue superior a todas las cepas y testigo a 38 dds (Fig 2C; $P<0.01$); a 52 dds C3 y C4, presentaron los mayores promedios de PSA; a 65 dds, C6, C3 y C2 presentaron valores superiores de PSA. A 80 dds C6, C4 y C2 mostraron mayores promedios en relación al resto de cepas y al testigo.

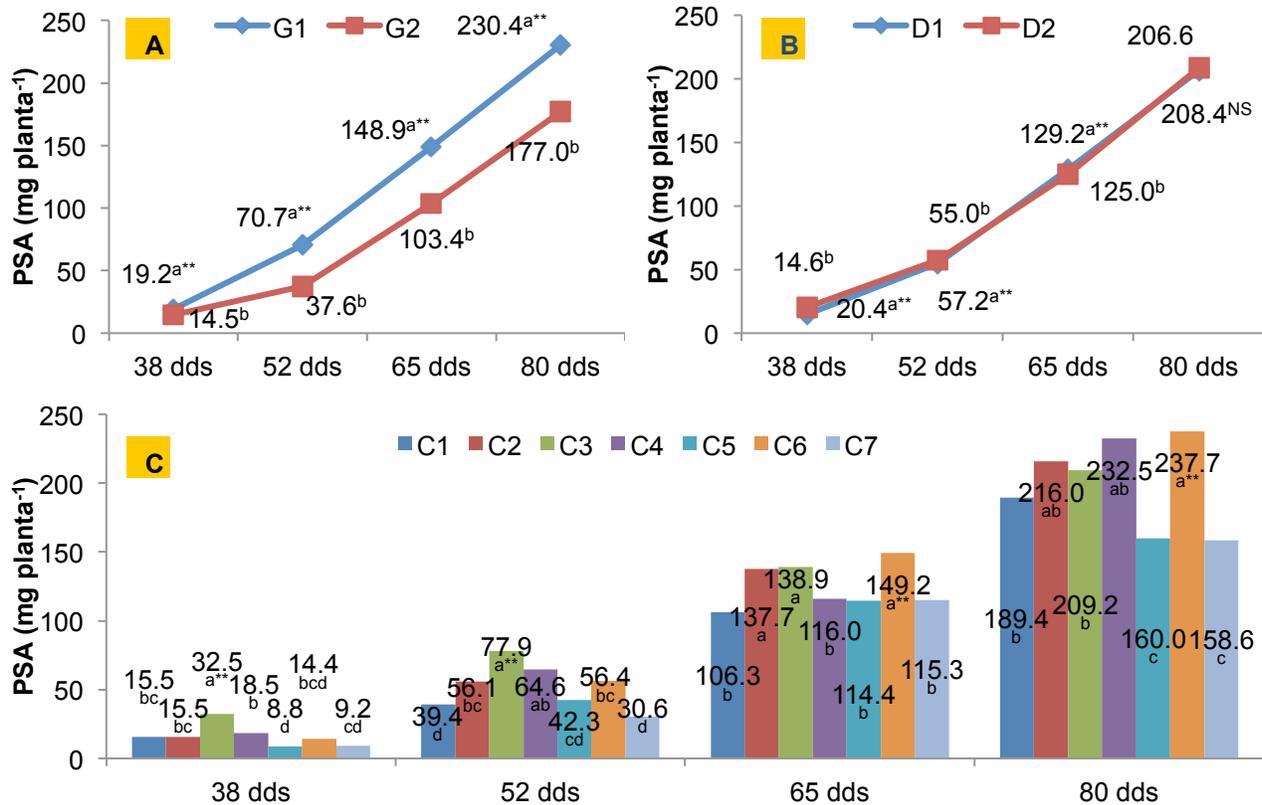


Figura 2. Peso seco de la parte aérea (PSA) en dos genotipos de *Bouteloua curtipendula* (A), dosis de inoculación (B) y cepas evaluadas (C) en las diferentes fechas de muestreo. Genotipos G1= La Zarca, G2=5. Dosis de inoculación D1= 0.5 y D2= 1 ml de inóculo tubin⁻¹. Cepas evaluadas C1= *Bacillus* spp., a66; C2= *Burkholderia gladioli*, I27; C3= *Sphingomonas paucimobilis*, I95; C4= *S. paucimobilis*, S73; C5= *Bacillus* spp., ZA40; C6= consorcio; C7= testigo (sin inoculación con bacterias). dds= días después de la siembra. ^{NS} diferencia no significativa ($P>0.05$) ^{} Literales diferentes entre columnas indican diferencia significativa ($P<0.01$).**

Para PSR, G1 fue superior a G2 en 1.7, 11.8, 6.0 y 8.8 mg planta⁻¹ a 38, 52, 65 y 80 dds, respectivamente (Fig 3A; $P<0.01$); D2 mayor a D1 a 38, 52, 65 y 80 dds con 2.3, 2.0, 6.7 y 12.3 mg planta⁻¹, respectivamente (Fig 3B; $P<0.01$); C3 fue mayor a todas las cepas y testigo entre 3.6 y 12.1 mg planta⁻¹ a 38 dds (Fig 3C; $P<0.01$); así mismo, C3 fue superior a todas las cepas y testigo a 52 y 65 dds; a 80 dds, C6 fue mayor en 35.8, 23.6, 35.5 y 37.7 mg planta⁻¹ con relación a C1, C4, C5 y C7, respectivamente (Fig 3C; $P<0.01$) y no se observaron diferencias entre C2 y C3 (Fig 3C; $P>0.05$).

CONCLUSIONES

G1 fue superior a G2 en altura de planta, PSA y PSR; D2 fue mayor a D1 en PSR; el consorcio fue superior a todas las cepas y al testigo en altura, PSA y PSR a los 80 dds. C2, C3, C4 y C6 presentan potencial para evaluarlas bajo condiciones de campo.

Agradecimientos. Se agradece a las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su apoyo para la consolidación del presente trabajo.

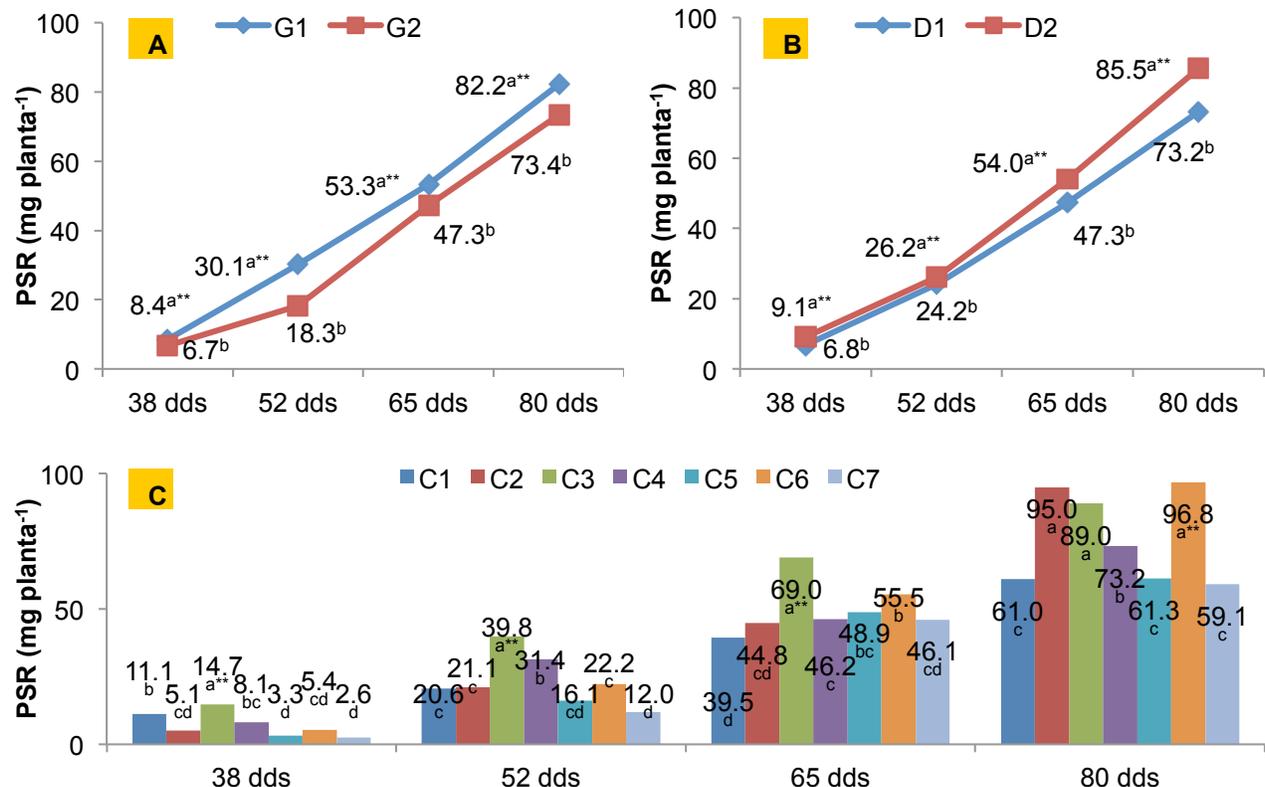


Figura 3. Peso de raíz (PSR) en genotipos de *Bouteloua curtipendula* (A), dosis de inoculación (B) y cepas evaluadas (C), en diferente fecha de muestreo. Genotipos G1= La Zarca, G2=5. Dosis de inoculación D1= 0.5 y D2= 1 ml de inóculo tubin (70 cc)⁻¹. Cepas evaluadas C1= *Bacillus* spp., a66; C2= *Burkholderia gladioli*, I27; C3= *Sphingomonas paucimobilis*, I95; C4= *S. paucimobilis*, S73; C5= *Bacillus* spp., ZA40; C6= consorcio; C7= testigo (sin inoculación). dds= d después de siembra. **Literales diferentes entre columnas indican diferencia significativa ($P<0.01$).

LITERATURA CITADA

1. Acebo Y, Rives N, Heydrich M, Hernández A. Efecto promotor del crecimiento vegetal de cepas de *Azospirillum* sp., en el cultivo del arroz. *Cult Tropic* 2007;28(3):29-32.
2. Döbereiner J, Day DJ. Associative symbiosis in tropical grasses of microorganisms and dinitrogen fixing site. In Newton W, Nyam C editors. *Proceedings of the 1st. International Symposium on Nitrogen Fixation: Washington State University, Press Pullman, USA. 1974;(2):518-539.*
3. Guzmán A, Obando M, Rivera D, Bonilla R. Selección y caracterización de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (RPCV) asociadas al cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). *Rev Colomb Biotecnol* 2012;14(1):182-190.
4. Statistical Analysis System (SAS). 2003. *User's Guide: statistics. Version 9.1.* SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.

026 RENDIMIENTO DE FORRAJE Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO TOLEDO *Brachiaria brizantha* CIAT 26110 A DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE

HERBAGE YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF TOLEDO GRASS *Brachiaria brizantha* CIAT 26110 AT DIFFERENT CUT FREQUENCIES

Santiago Ortega Mario Alberto^{1*}, Honorato Salazar José Amador², Quero Carrillo Adrián Raymundo¹, Ventura Ríos Joel¹, Hernández Garay Alfonso¹ Calzada Marín Jesús Miguel¹, Rojas García Adelaido Rafael¹.

¹Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera Federal México-Texcoco. 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. México.

²Campo Experimental, San Martinito. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Tlahuapan, Puebla, Pue, Méx.

*Autor para correspondencia: saomar87@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el rendimiento de forraje y la composición química del pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110) a diferentes frecuencias de corte. El estudio se realizó en el Sitio Experimental "Papaloapan" del (INIFAP) ubicado en Isla, Veracruz. Se evaluaron cuatro frecuencias de corte (30, 60, 90 y 120 días) mediante muestreos destructivos durante un período de 360 días. Se utilizaron las Normas TAPPI para la preparación del material (T-264) y el contenido de lignina (T-222); las Normas ASTM para el contenido de cenizas (D-1102) y la determinación de carbohidratos totales (D-1104) con la muestra libre de extractos. El contenido de nitrógeno vegetal se calculó por el método semi-micro Kjeldahl (AOAC-984.13; 1990). El mayor rendimiento de forraje anual (11,122kg MS ha⁻¹) se dio en el corte al día 120, siendo diferente ($p < 0.05$) de las demás frecuencias de corte. El mayor contenido de proteína cruda fue de 8.2% a los 30 días de edad, lo cual evidenció diferencias significativas ($p < 0.05$) con respecto a las demás frecuencias de corte. Los valores mayores de holocelulosa (71.5%), lignina (18%) y cenizas (9%) fueron a los 120, 60 y 30 días, respectivamente; mostrando diferencias ($p < 0.05$) de las demás frecuencias de corte. Se encontró que existe un efecto significativo de la frecuencia de corte sobre el rendimiento de forraje y la composición química.

Palabras clave: *Brachiaria brizantha* CIAT 26110, rendimiento de forraje, composición química, frecuencia de corte.

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate forage yield and chemical composition of Toledo grass (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110) at different cut frequencies. The study was performed at the "Papaloapan" Experimental Site (INIFAP) located in Isla, Veracruz. Four cutting frequencies (30, 60, 90 and 120 days) were evaluated by destructive sampling over a period of 360 days. TAPPI and ASTM standards were used for chemical analysis, T-264 for preparation of the material, T-222 for lignin content, D-1102 for ash content and D-1104 for total carbohydrates. Plant nitrogen content was calculated by the semi-micro Kjeldahl method (AOAC, 1990). The highest annual forage yield (11,122kg DM ha⁻¹) was observed in cut of 120 days, which was different ($p < 0.05$)

from other cut frequencies. The highest crude protein content was 8.2% at 30 days of age, which showed significant differences ($p < 0.05$) compared to other cut frequencies. The highest values of holocellulose (71.5%), lignin (18%) and ash (9%) were for the cut frequencies of 120, 60 and 30 days, respectively; showing different ($p < 0.05$) values from other cut frequencies. It was found that there is a significant effect of cutting frequency on forage yield and chemical composition.

Key words: *Brachiaria brizantha* CIAT 26110, herbage yield, chemical composition, cut frequencies.

INTRODUCCIÓN

Los pastos y forrajes constituyen la base para la alimentación de los rumiantes en el trópico de México, sin embargo, la estacionalidad, la madurez fisiológica y el tipo de suelo son factores que limitan la calidad y rendimiento (Ramos *et al.*, 2013). El pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110) es una gramínea perenne que crece formando macollos, con altos niveles de producción y una altura de hasta 1.60 metros (Lascano, 2002). Esta especie es una alternativa que debe ser evaluada, desde el enfoque nutricional y del manejo de la pradera. Además es importante destacar que aproximadamente del 35 a 80% de la materia orgánica (MO) de los tejidos vegetales está contenida en la pared celular, la cual proporciona rigidez estructural a la planta. Sin embargo, los rumiantes que dependen exclusivamente de las plantas consumidas en libre pastoreo obtienen sólo de un 30 a 40% de la energía digestible consumida de la pared celular del forraje (Jung *et al.*, 1995). En México, los estudios son limitados en cuanto a la composición química y rendimiento de cultivares del género *Brachiaria* (Cruz *et al.*, 2011). El objetivo de la investigación fue evaluar la rendimiento de forraje y la composición química del pasto Toledo a diferentes edades de corte.

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis de acumulación de materia seca se realizó en el Sitio Experimental "Papaloapan" del (INIFAP) ubicado en Isla, Veracruz, localizado en las coordenadas 18° 06' N y 95° 31' O y altitud de 65 msnm. El clima, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988), es Aw_0 , el más seco de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano y una precipitación promedio de 1,000 mm, de la cual el 85% ocurre de junio a noviembre, la temperatura media anual es de 25.7 °C (García, 1988). El experimento se estableció en parcelas de 5 metros de ancho por 16 metros de largo, con tres repeticiones por cada frecuencia de corte. La siembra se realizó el día 22 de julio de 2011. Se aplicaron dos fertilizaciones a los 43 y 112 días después de la siembra, con la fórmula 120-80-00 kg/ha de N y P_2O_5 . Se evaluaron cuatro frecuencias de corte (30, 60, 90 y 120 días después de la siembra) mediante muestreos destructivos durante un período de 360 días; los cuales consintieron en cortar el forraje a 20cm de altura, en un espacio de 7m² por cada repetición. El material cosechado se pesó para obtener el peso fresco total y se tomó una submuestra, se obtuvo el peso fresco y se secó en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta peso constante, para calcular la biomasa seca producida. Las muestras fueron secadas, para su posterior almacenamiento. Las determinaciones físico-químicas se realizaron en el laboratorio para materiales lignocelulósicos del INIFAP, Campo Experimental San

Martinito, Puebla. Las muestras de forraje fueron molidas en un molino tipo Thomas Wiley, consecutivamente la materia prima fue tamizada en mallas del número 40 (0.42 mm) y 60 (0.25 mm). Las Normas TAPPI se utilizaron para la preparación del material (T-264) y el contenido de lignina (T-222); las Normas ASTM se usaron para el contenido de cenizas (D-1102) y la determinación de carbohidratos totales (D-1104) con la muestra libre de extractos. Finalmente, el contenido de nitrógeno vegetal se calculó por el método semi-micro Kjeldahl (AOAC-984.13; 1990) en el laboratorio de fertilidad de suelos y química ambiental del Colegio de Postgraduados, campus Montecillo. Se aplicó a los datos un análisis de varianza y una comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) mediante el paquete estadístico SAS versión 9, con el propósito de conocer el efecto de la frecuencia de corte en el rendimiento de forraje y la composición química.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de forraje aumentó conforme a la frecuencia de corte. El corte al día 120, produjo la mayor producción biomasa, siendo diferente ($p < 0.05$) de las demás edades de corte (Cuadro 1). El corte a los 120 días superó en un 86% el rendimiento de forraje del corte 30. El valor de rendimiento es un indicador que debe ser analizado conjuntamente con la morfología de la planta, la estructura de la pradera y la calidad nutricional del forraje. El incremento de la proporción de la pared celular vegetal con la edad de la planta, posiblemente es el factor principal del aumento de la materia seca, aunque otras causas importantes son la disponibilidad de agua, el desarrollo del sistema radicular y la época del año. Además, se conoce que con la edad en las plantas se producen cambios morfológicos, como la disminución de las láminas foliares y el aumento de los haces vasculares (Mari *et al.*, 2004). La luz solar y la temperatura afectan la tasa de crecimiento de las especies forrajeras así como la aparición y el tiempo de los estados fenológicos (McKenzie *et al.*, 1999). El mayor contenido de proteína cruda fue de 8.2% a los 30 días de edad, lo cual evidenció diferencias ($p < 0.05$) con respecto a las demás frecuencias de corte. El contenido de proteína cruda se reduce drásticamente a partir del día 60 (4.7%), no habiendo diferencias estadísticas ($p > 0.05$) con los cortes 90 (4.3%) y 120 (4.3%) días de edad. Rincón *et al.* (2008) reportan 11.2 % de proteína cruda en el pasto Toledo a los 28 días de edad, el cual es superior en 3 % a lo encontrado en el presente estudio. Las sequías estacionales de los trópicos semi-húmedos, secos y áridos, causan efectos detrimentales en el rendimiento y la calidad nutritiva de los forrajes, que se manifiestan en marcadas disminuciones en el contenido de proteína bruta y de algunos elementos minerales, en aumentos de las fracciones fibrosas y reducciones de la digestibilidad y el consumo (Pezo *et al.*, 1992). Cantidades de proteína por debajo del 7% no permiten la utilización eficiente y completa de los carbohidratos del forraje, como consecuencia la tasa de pasaje del forraje disminuye, así como la digestibilidad y el consumo voluntario, lo cual limita la productividad animal (Minson, 1990). Conocida la importancia del nitrógeno en la nutrición animal, es importante mediante el manejo de la pradera, mantener una mayor cantidad de hojas, ya que en ellas se encuentra la mayor concentración de nitrógeno. Es importante resaltar que las concentraciones de proteína pueden ser modificadas por el manejo de la pradera (Miles, 2006). La holocelulosa es la suma de celulosa y hemicelulosas, analizando los contenidos de ambos componentes de manera conjunta, se encontró que a los 120 días de edad la concentración de holocelulosa fue mayor con un 71.5%, valor que establece diferencias ($p < 0.05$) con los cortes de 30 y 90 días de

edad. El contenido de carbohidratos totales (celulosa más hemicelulosa) en la mayoría de los forrajes es del 76 a 95 % (Ishler, y Varga. 1993). El menor contenido de lignina observado fue de 14.4% a la edad de 60 días, el cual no mostró diferencia estadística con los cortes 30 y 120 días, con un 15.1% y 15.2%, respectivamente. Sin embargo, al corte 90 la cantidad de lignina fue de 18%, valor diferente ($p < 0.05$) de las demás frecuencias de corte. La cantidad de lignina puede ser el factor clave que limite la degradación de la pared celular; sin embargo la organización de la matriz de la pared, en la cual se encuentra la lignina, puede regular el grado de su influencia sobre la degradación de los polisacáridos de la pared celular (Hatfield, 1993). El contenido de cenizas disminuye conforme la planta va madurando fisiológicamente; se encontró la menor concentración de cenizas al día 120 con 6.4%, diferente ($p < 0.05$) de los cortes 30, 60 y 90 días. La mayor cantidad de cenizas se obtuvo al día 30 de edad con 9%, diferente ($p < 0.05$) de las frecuencias de corte de 60 y 90 días de edad. Los valores concuerdan con los reportados por Canchila *et al.* (2009) con un contenido promedio de 7.5% de cenizas para el pasto Toledo.

Cuadro 1. Rendimiento de forraje y composición química del pasto Toledo a diferentes frecuencias de corte.

Componente	Edad de corte (días)				Promedio	D.E.
	30	60	90	120		
Rendimiento anual (Kg MS ha ⁻¹)	11,122 ^d	13,732 ^c	18,466 ^b	20,771 ^a	16,022	4536
Proteína cruda (%)	8.2 ^a	4.7 ^b	4.3 ^b	4.3 ^b	5.3	1.9
Holocelulosa (%)	69.5 ^{bc}	71.3 ^{ba}	68.5 ^c	71.5 ^a	70.2	1.7
Lignina (%)	15.1 ^{bc}	14.4 ^c	18.0 ^a	15.2 ^{bc}	15.6	1.5
Cenizas (%)	9.0 ^a	8.1 ^b	8.1 ^b	6.4 ^c	7.9	1.0

Valores con letras diferentes presentan diferencias significativas entre cortes ($p < 0.05$).

CONCLUSIONES

Se encontró que existe un efecto del manejo de la frecuencia de corte en el rendimiento de forraje y la composición química del pasto Toledo.

LITERATURA CITADA

AOAC. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists. 1990.

ASTM. American Society for Testing and Materials. Standard test method for holocellulose in wood ASTM D1104-56. Annual book of ASTM standards. Pat 22: wood; Adhesives. Pennsylvania, USA. p. 349, ASTM. 1977:346-348.

ASTM. American Society for Testing and Materials. Standard test method for ash in wood. ASTM D1102, Annual Book of ASTM Standards. Volume 04.10 Wood. USA: ASTM. 2009:171-175.

Canchila ER, Mildrey SFO, Machado R. Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. Pastos y Forrajes. 2009;32(4):12-20.

Cruz HA, Hernández GA, Enríquez QJF, Gómez AV, Ortega JE, Maldonado GNM. Rev. Mex. Cienc Pecu. 2011;2(4):429-443.

García E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. (para

adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a ed. México. Instituto de Geografía, UNAM. 1988.

Hatfield RD. Cell wall polysaccharides interactions and degradability. Jung HG, Buxton DR, Hatfield RD, Ralph J. Forage Cell Wall Structure and Digestibility. USA Madison WI. ASA-CSSA-SSSA. 1993;286.

Ishler V, Varga G. Carbohydrate nutrition for lactating dairy cattle. Department Dairy and Animal Science. The Pennsylvania State University. DAS 1993:01-29.

Lascano C, Pérez R, Plazas C, Medrano J, Pérez O, Argel PJ. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110) Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 2002:3-12.

Mari LJ, Nussio LG, Schmidt P. Magnitud de las alteraciones en la composición morfológica y el valor nutritivo de hierba *Mandu* mantenida a intervalos fijos entre cortes. Reunión de la Sociedad Brasileira de Zootecnia. SBZ. Campo Grande. Brasil. 2004;(41):72.

McKenzie BA, Kemp PD, Moot DJ, Mathew C, Lucas RJ. Environmental effects on plant growth and development. In: White J, Hodgson. editors NZ Pasture Crop Sci Auckland, N.Z. Oxford University Press. 1999;29-44.

Minson DJ. Forage in Ruminant Nutrition. San Diego. Academic Press;1990:125.

Miles JW. Mejoramiento genético en *Brachiaria*. Objetivos estratégicos, logros y proyección. Pasturas Tropicales. 2006;28(1):26-44.

Jung HG, Allen MS. Characteristics of plant cell wall affecting intake and digestibility of forage by ruminants. J. Anim. Sci. 1995;73:2774-2790.

Pezo D, Romero F, Ibrahim M. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. En: Fernández-Boca S. Ed. Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano. FAO. Santiago, Chile.1992;47-66.

McKenzie BA, Kemp PD, Moot DJ, Mathew C, Lucas RJ. Environmental effects on plant growth and development. In: White J, Hodgson J. editors. NZ Pasture Crop Sci Auckland, N.Z. Oxford University Press. 199;29-44.

Ramos TO, Canul SJR, Duarte FJ. Producción de tres variedades de *Pennisetum purpureum* fertilizadas con dos diferentes fuentes nitrogenadas en Yucatán, México. Revista Bio Ciencias. 2013;2(2):60-68.

Rincon AC, Ligarreto MGA, Garay E. Producción de forraje en los pastos *brachiaria decumbens* cv. amargo y *brachiaria brizantha* cv. toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del piedemonte llanero colombiano. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín.2008; 61(1):4336-4346.

SAS. SAS/STAT User's Guide (Release 9.3). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 2011.

TAPPI. Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Acid-insoluble lignin in wood and pulp. T 222 om-02. TAPPI Test Methods. Fibrous Materials and Pulp Testing. CD Version, Atlanta, GA.,U.S.A. 2006-2007.

TAPPI. Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Preparation of wood for chemical analysis. T 264 cm-97. TAPPI Test Methods. Fibrous Materials and Pulp Testing. CD Version, Atlanta, GA.,U.S.A. 2006-2007.

027 PRODUCCIÓN ANUAL DE BIOMASA DE CUATRO CULTIVARES DE *Pennisetum purpureum* A DIFERENTES DISTANCIAS DE SIEMBRA, EN LA REGIÓN CENTRAL DE VERACRUZ

BIOMASS ANNUAL YIELD OF FOUR *Pennisetum purpureum* CULTIVARS PLANTED AT DIFFERENT DISTANCES BETWEEN FURROWS, IN CENTRAL VERACRUZ.

Javier Francisco Enríquez Quiroz ^{*}, Francisco Enrique¹ Cab Jiménez, Isaías López Guerrero¹, Néstor Francisco Nicolás², Maribel Montero Lagunes¹

¹C. E. La Posta, Km 22.5. Carretera Federal Veracruz-Córdoba, Paso del Toro. Mpio. de Medellín de Bravo. Ver. C.P. 94277. Tel: 01 (229) 2 62 22 03. CIRGOC, INIFAP, ²C. E. Cotaxtla- INIFAP.
enriquez.javier@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la producción anual de biomasa de cuatro cultivares de *P. purpureum*: CT-115, Maralfalfa, OM-22 y Taiwán; bajo tres distancias de siembra (60,90 y 120 cm) en clima cálido subhúmedo. Los pastos se sembraron en diciembre de 2011, con material vegetativo a “cordón corrido” en el fondo del surco y se fertilizó con 150-120 kg ha⁻¹ de N y P. Las variables de respuesta fueron: altura de planta (ALT), número de macollos ha⁻¹ (NM), número de tallos macollo⁻¹ (NTM) y rendimiento de materia verde (RMV) y seca (RMS), determinadas con intervalos de 180 días. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial 4 X 3. La información se sometió a análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey, con el paquete estadístico SAS. Hubo diferencias (P<0.05) para el factor cultivar: en altura OM-22 superó (3.7 vs 3.1 m) al resto de los cultivares. En producción de MS, Maralfalfa y Taiwán, tuvieron un rendimiento similar (P>0.05) con valores de: 41,952 y 40,546 kg MS ha⁻¹, respectivamente. En distancia de siembra hubo diferencias (P<0.05) para NM ha⁻¹ con valores de 41,881, 28,740 y 18,804, para 60, 90 y 120 cm, respectivamente. El NTM fue de 11, 9 y 9, para 120, 90 y 60 cm de distancia entre surcos, respectivamente. Se concluye que Maralfalfa y Taiwán, obtuvieron la mayor producción de MS y la distancia de siembra no afectó el rendimiento de forraje.

Palabras clave: *Pennisetum purpureum*, cultivares, materia seca

The aim of the study was to determine biomass annual production of four *Pennisetum purpureum* cultivars: CT-115, Maralfalfa, OM-22 and Taiwan; planted at three different distances between furrows (60, 90 and 120 cm) under sub humid warm climate. By december 2011, stem pieces were planted “in a row” at the bottom of the furrow, and fertilized with 150-120 kg ha⁻¹ N-P formula. Response variables measured were: plant height (PH), culms number ha⁻¹ (CN), shoots number culm⁻¹ (SNC), green matter yield (GMV) and dry matter yield (DMY) at 180 days intervals. Random Complete Block

Design with a 4 x 3 factorial was used. Data were analyzed by ANOVA, and Tukey test for mean comparison was performed using SAS software. There were differences ($P \leq 0.05$) by cultivar effect for PH: OM-22 was taller (3.7 vs. 3.1 m) than the rest of the cultivars. Maralfalfa and Taiwan showed similar DMY ($P \geq 0.05$): 41,952 and 40,546 kg DM ha⁻¹ respectively. Values for stem-planted cultivars at different distance between furrows were different ($P \leq 0.05$) by CN: 41,881, 28,740 and 18,804 ha⁻¹ for 60, 90 and 120 cm respectively. The SNC was 11, 9 y 9 for 120, 90 and 60 cm between furrows, respectively. We concluded that Maralfalfa and Taiwan, had the higher DM yield, and the *Pennisetum* cultivars stem-planted at different distance between furrows had no effect over forage annual yield.

Key words: *Pennisetum purpureum*, cultivars, dry matter yield

INTRODUCCIÓN

Los pastos cubren alrededor de dos terceras partes de las tierras cultivadas del planeta. Su potencial para producir materia seca por año es de alrededor de 40 billones de toneladas por año, pero este rendimiento es menos de una tercera parte en la actualidad. La materia prima para producir combustibles líquidos puede ser los derivados del almidón, así como los derivados del material celulósico; la pared celular de las plantas está formada por celulosa, hemicelulosa (ambos polisacáridos) y lignina; estos polisacáridos pueden desnaturalizarse para convertirlos en azúcares fermentables y, finalmente, producir etanol (Somerville, 2007). Este mismo autor afirmó que actualmente a partir de 1 tonelada de material celulósico, en teoría, se pueden producir 416 litros de etanol, dependiendo de la especie de planta usada como materia prima. Los pastos perennes están considerados como promisorios para producir biomasa, dos ejemplos con valor para producir de etanol son: *Panicum virgatum*, con registros de 14 a 20 t MS ha⁻¹ en regiones templadas y cálidas respectivamente, bajo condiciones de temporal (Vogel, 2004); y *Miscanthus giganteus*, con rendimientos de 25 a 37 t MS ha⁻¹ en suelos fértiles, con lluvia adecuada y temperatura media favorable (Somerville, 2007). México cuenta con amplia diversidad de ambientes, en donde es factible la producción de gramíneas perennes, con rendimientos importantes por unidad de superficie, de manera que constituyan la materia prima para la elaboración de etanol o celulosa para papel. En este sentido, estas ofrecen un potencial alto de producción de biomasa por unidad de superficie, al respecto Chandler (1983), documentó que la especie *P. purpureum* intensamente fertilizada produce alrededor de 53 t MS ha⁻¹ año⁻¹, con aplicaciones de 1760 kg ha⁻¹ de nitrógeno. En los últimos años se han introducido a México de diferente procedencia y con escasa información técnica, diversos cultivares de *P. purpureum* como: CT-115, Roxo, OM-22 y Maralfalfa, entre otros, Sin embargo, falta mucho conocimiento en relación a la respuesta productiva de estos cultivares y las

prácticas de manejo que requieren como: densidad de siembra y producción de biomasa para la posible producción de biocombustibles u otros usos industriales. Por lo anterior, el objetivo del presente fue evaluar el rendimiento anual de biomasa de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum* bajo tres distancias de siembra en la región central de Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El experimento se estableció en el Campo Experimental Cotaxtla del INIFAP, en el municipio de Medellín de Bravo, Veracruz. El clima es clasificado como Aw₁ según Köppen, modificado por García (1988), que representa al clima cálido subhúmedo con una precipitación promedio de 1300 mm, y temperatura media anual de 25 °C y altitud de 15 msnm. El experimento se estableció con material vegetativo con manejo similar para los cuatro cultivares, se eliminaron las hojas quedando desnudo el tallo; la siembra se realizó a cordón corrido. Se sembró el 21 diciembre de 2011 y la primera cosecha se realizó el 19 de junio que comprendió el desarrollo de las épocas de nortes y seca, durante este periodo se realizaron dos riegos de inundación en los meses de marzo y mayo con intervalos de 45 días y la segunda cosecha se realizó el 11 de diciembre de 2012, con un intervalo aproximado de 180 días. La dosis de fertilización utilizada fue 150-120 kg ha⁻¹ de N y P, los cuales se aplicaron el 50 % en el 18 de abril y el resto el 12 de julio del 2012, utilizando como fuentes la urea y superfosfato de calcio triple, aplicados al voleo manualmente.

Tratamientos. Cuatro cultivares de pastos sembrados a tres densidades, siendo un arreglo factorial 3 x 4, en total 12 tratamientos con tres repeticiones. En campo se establecieron 36 parcelas, cada una con 23.4 m². Las densidades de siembra fueron 60, 90, 120 cm entre hileras. Se midió: **Altura:** Se obtuvo tomando seis lecturas al azar en cada parcela. **Numero de macollos por hilera:** Se contabilizó el número de macollo presentes en dos hileras de cada parcela. **Numero de tallo por macollo:** se tomaron seis macollos al azar en dos hileras de cada parcela y se contó el número de tallos presentes. **Rendimiento de forraje:** se cosecho el material vegetal dejando solo las orillas, a una altura de 15 a 20 cm sobre el nivel del suelo. Se obtuvo el peso total del material verde y se tomó una submuestra de 500 a 700 g para secarla en una estufa de aire forzado a 55 °C, hasta alcanzar peso constante, para determinar el porcentaje de materia seca. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con arreglo factorial 4 x 3, para un total de 12 tratamientos, donde el factor "a" fue el genotipo y el factor "b" la distancia de siembra. El análisis de varianza se realizó con PROC GLM de SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados encontrados indican que no hubo efecto para la interacción genotipo por densidad de siembra, pero hubo diferencias ($P < 0.05$) entre genotipos para las variables: altura de planta, tallos por macollo y por ha, producción de materia verde y seca. Con

respecto a altura de planta: OM-22 fue el que alcanzo la mayor talla (3.7 m) y supero al resto de los genotipos. En el número de tallos por macollo, estos variaron de 8 a 11, correspondiendo el mayor valor a Maralfalfa y CT-115. La producción de biomasa verde fluctuó de 126,330 a 157,158 kg MV ha⁻¹ y de 31,534 a 41,952 kg MS ha⁻¹, siendo Maralfalfa el cultivar que obtuvo los más altos rendimientos en materia verde y Maralfalfa y Taiwán fueron similares en la producción de materia seca (Cuadro 1). Como era de esperarse fue diferente la respuesta en productividad de los cultivares de una misma especie, por lo que cada cultivar va a tener una respuesta de acuerdo al ambiente en que se desarrolle. Al respecto López (1988), en la misma región, encontró diferencias en producción entre genotipos de *P. purpureum*, siendo Merkeron el más productivo ya que supero a: elefante, King grass y Taiwán; En Quintana Roo, México, Castillo et al 2013, encontraron que el pasto Maralfalfa produjo 33.7 t MS ha⁻¹ año⁻¹, cuando este se cosecho cada 90 días, estos datos son superiores a los obtenidos en OM-22, pero inferiores al resto de los cultivares evaluados en este estudio, de ahí la importancia de probar diferentes cultivares de una misma especie para seleccionar la más productiva.

Cuadro 1. Producción de biomasa y algunas variables de la planta de cuatro cultivares de *P. purpureum* evaluados en la región central de Veracruz.

Cultivares	Macollos/ ha	Tallos/ macollo	Altura (m)	kg MV ha ⁻¹	kg MS ha ⁻¹
CT-115	31,209 a	11 a	3.1 b	141,270 ab	37,940 ab
MARALFALFA	30,924 a	11 a	3.2 b	157,158 a	41,952 a
OM-22	25,843 b	8 b	3.7 a	126,330 b	31,534 b
TAIWAN	31,256 a	9 ab	3.2 b	135,101 ab	40,546 a

Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre sí (Tukey, P< 0.05)

Para el caso de la densidad de siembra, se obtuvieron diferencias solamente para las variables número de macollos y tallos macollo ha⁻¹, ambas variables tuvieron los valores más altos con la distancia de siembra menores, es decir con la distancia de 60 cm entre surcos. Sin embargo, no hubo diferencias entre tratamientos para altura, y producción de materia verde y seca (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción de biomasa y algunas variables de la planta de cuatro cultivares de *P. purpureum* por efecto de la distancia de siembra evaluados en la región central de Veracruz.

Distancia de siembra (cm)	Macollos/ ha	Tallos/ macollo	Altura	Kg MV ha ⁻¹	Kg MS ha ⁻¹
60	41881 a	9 b	3.2 a	145471 a	38966 a
90	28740 b	9 b	3.3 a	139935 a	37928 a
120	18804 c	11 a	3.4 a	134488 a	37086 a

Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre sí (Tukey, P< 0.05)

La densidad de siembra tiene implicaciones en los costos de establecimiento de esta especie, ya que al sembrar en surcos más anchos hay ahorro en el material vegetativo

utilizado, así como en la mano de obra requerida, por lo tanto, si no existe diferencia en la producción de biomasa entre tratamientos, el productor puede seleccionar la distancia de siembra de menor costo y mayor operatividad para el manejo del cultivo, es decir, si la cosecha se realiza mecánicamente, es recomendable seleccionar las distancias de siembra más anchas con relación a las angostas.

CONCLUSIONES

Se concluye que la producción de materia seca de los cultivares Maralfalfa y Taiwán, fue mayor a la obtenida con OM-22. No hubo efecto de las distancias de siembra en la producción de materia verde y seca.

LITERATURA CITADA

- Castillo AAC., Echeverría DVF., Sosas REE. y León N. R. Frecuencias de corte sobre la producción y composición nutricional del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en Quintana Roo. In: IV Congreso Internacional de Manejo de Pastizales SOMMAP y XXXIV Aniversario del Centro de Ganadería. 2013. 353-356.
- Chandler JV., Caro-Costas R., Abruña F. y Silva S. 1983. Producción y utilización intensiva de las forrajeras en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. Recinto de Mayagüez. Colegio de Ciencias Agrícolas. Estación Experimental Agrícola. Río Piedras, Puerto Rico. 1983.
- García E. 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. 1988. .
- López GI. 1988. Rendimiento de materia seca y proteína cruda de siete gramíneas cosechadas a cuatro frecuencias de corte en clima cálido subhúmedo. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coahuila, México. 1988. 67 p.
- SAS Institute. SAS language: Release 8.2 for Windows. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. (2003).
- Somerville, Chris. Biofuels. *Current Biology*. 2007. Vol. 17 (4): 115-119.
- Vogel, K.P. Switchgrass. In L.E. Moser *et al.* (ed.) Warm-season (C4) Grasses. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. 2004. 561-588.

028 RENDIMIENTO ANUAL DE FORRAJE DE CINCO PASTOS TROPICALES CON FERTILIZACIÓN Y RIEGO VS MANEJO TRADICIONAL, EN LA REGIÓN CENTRAL DE VERACRUZ

FORAGE ANNUAL YIELD OF FIVE TROPICAL GRASSES WITH IRRIGATION AND FERTILIZATION VS. TRADITIONAL MANAGEMENT IN THE CENTRAL REGION OF VERACRUZ

Javier F. Enríquez Quiroz^{1*}, Maribel Montero Lagunes¹, Francisco I. Juárez Lagunes², Isafías López Guerrero¹, Francisco E. Cab Jiménez¹, Gregorio Núñez Hernández³

¹C. E. La Posta, Km 22.5. Carretera Federal Veracruz-Córdoba, Paso del Toro. Municipio de Medellín de Bravo. Ver. C.P. 94277. Tel: 01 (229) 2 62 22 03. CIRGOC, INIFAP, ²FMVZ-UV, ³C. E. La Laguna, CIR-Norte-Centro INIFAP. enriquez.javier@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo fue comparar el efecto de la fertilización + riego vs manejo tradicional, de cinco pastos tropicales sobre el rendimiento de forraje durante el año, en clima cálido subhúmedo. Se evaluaron: Maralfalfa (*Pennisetum* sp), Mombaza (*Panicum maximum*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Dictyoneura (*B. humidicola*) y Mulato (*B. ruziziensis* X *B. brizantha*). Las parcelas midieron 12.5 m² con 1 m² de área de muestreo. Se fertilizó con la dosis 300 60, kg ha⁻¹ de N y P, se aplicó todo el P y 75 kg ha⁻¹ de N después del corte de uniformización, y 25 kg de N ha⁻¹ después de cada corte; el riego por goteo se aplicó dos veces por semana en las épocas de nortes y seca. Se determinó el rendimiento de materia seca (MS), cosechada cada 35 días. El Diseño experimental fue en Bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, la parcela grande fue la especie y la subparcela el manejo, con tres repeticiones. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y comparación de medias con Tukey. Hubo diferencias entre especies (P<0.05) para rendimiento en la época de lluvias y para el total anual, siendo Maralfalfa la mejor con una producción de 10,017 y 22,423 kg de MS ha⁻¹, respectivamente. La práctica de fertilización + riego mostró diferencias entre tratamientos y épocas, la producción anual de MS fue de 26,678 kg ha⁻¹ y el manejo tradicional con 10,329 kg ha⁻¹. La fertilización + riego produjo 158 porciento más MS al año, que el manejo tradicional.

Palabras clave: Fertilización, riego, pastos tropicales, materia seca.

SUMMARY

The objective was to compare the effect of irrigation plus fertilization vs. traditional management of five tropical grasses on forage annual yield, under sub humid warm climate. Maralfalfa (*Pennisetum* sp), Mombaza (*Panicum maximum*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Dictyoneura (*B. humidicola*) and Mulato (*B. ruziziensis* X *B. brizantha*) were evaluated. Each grass was established in three-12.5 m² with a sampling area of 1 m²- experimental plots. Fertilization formula was 300-60 kg ha⁻¹ of N-P. After the standardize cutting, all the P and 75 kg ha⁻¹ of N were applied, and 25 kg ha⁻¹ of N after each cutting; irrigation by dripping was applied twice a week during the winter and dry seasons. Forage was cut every 35 days, and DM yield was determined. A Complete

Random Block Design with a split plot arrangement was performed, where the large plot was the grass specie and the small plot was management. Data were analyzed by ANOVA, and Tukey test for mean comparison was performed using SAS software. There were differences among grasses ($P \leq 0.05$) by DM annual yield and by DM rainy season yield, being Maralfalfa the best with 22,423 and 10,017 kg ha⁻¹ respectively. Fertilization plus irrigation vs. traditional management were different ($P \leq 0.05$) by DM annual yield, 26,678 vs. 10,329 kg ha⁻¹ respectively. Fertilization plus irrigation produced 158% more DM annual yield than the traditional management.

Key words: Fertilization, irrigation, tropical grasses, dry matter yield.

INTRODUCCIÓN

En el trópico mexicano, uno de los principales problemas del ganado en pastoreo es la subalimentación. La producción de leche y carne 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 y variedad del mismo, estado fenológico al momento de la cosecha, fertilidad del suelo, las prácticas agronómicas de fertilización y riego, además factores climáticos (temperatura ambiental, precipitación pluvial, duración del día etc.), que 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 practicas agronómicas para cada región, es un requisito indispensable para mantener la más alta productividad de la empresa ganadera (Enríquez *et al.*, 2011). Así mismo, factores ambientales adversos como bajas temperaturas, alta nubosidad, vientos fuertes, días más cortos que ocurren de noviembre a febrero, época de nortes; al igual que la escasa o nula disponibilidad de humedad en el terreno por falta de lluvias de marzo a mayo, época seca, son factores que repercuten en un menor desempeño en el crecimiento de las plantas. Situación que limita el desarrollo del ganado en la región central del golfo de México. Por lo anterior el objetivo del presente, fue evaluar la producción de forraje de diferentes especies y cultivares de pastos con fertilización + riego y sin fertilización ni riego durante un año.

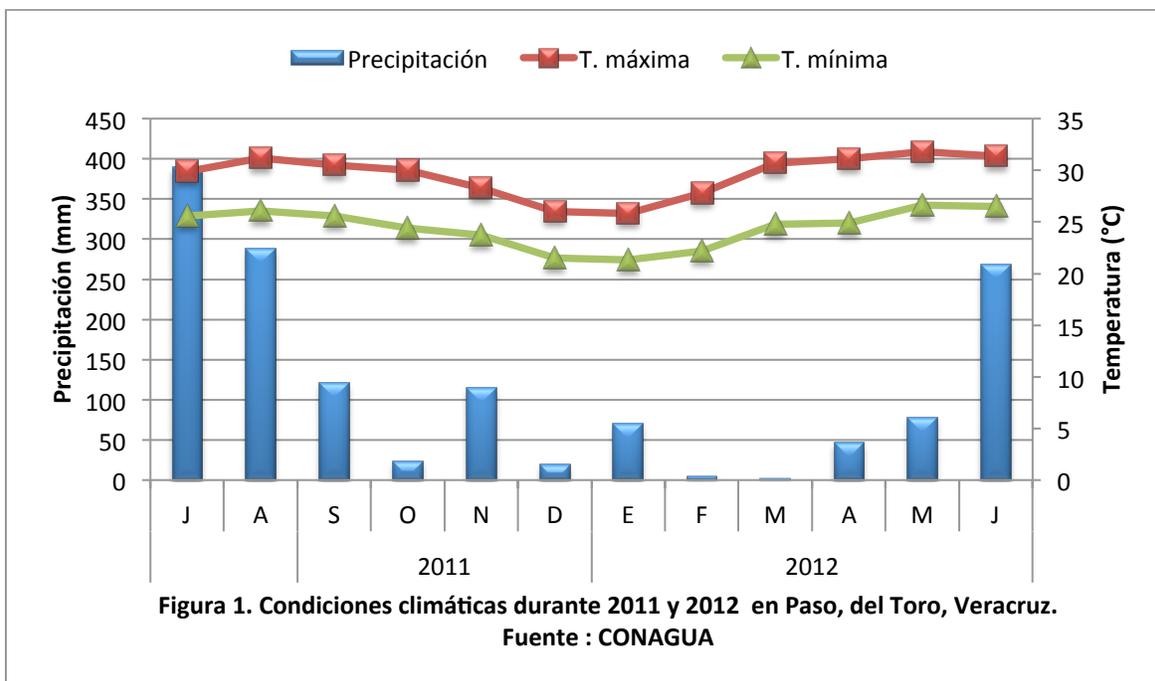
MATERIALES Y MÉTODOS

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 las coordenadas 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 en el área de influencia de “La Posta”, corresponde al intermedio del tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw₁), con temperaturas media de 25.4°C y precipitación de 1337 mm, con 1379 mm de evaporación. La altitud es de 16 m.s.n.m. Los suelos son clasificados como vertisoles, con pH ácido de 5.4, textura arcillosa y con un contenido de materia orgánica, de alrededor del 2.6 %. Las especies de forrajeras evaluadas fueron: Mombaza (*Panicum maximum*), Insurgente (*Brachiaria*

brizantha), Mulato (*B. ruziziensis* X *B. brizantha*), Dictyoneura (*B. humidicola*) y Maralfalfa (*Pennisetum purpureum*). La cosecha se realizó cada 35 días. Las parcelas tuvieron dimensiones de 12.5 m², con un área de muestreo 1 m², para cada uno de los tratamientos. 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 después del corte de uniformización, posteriormente se aplicaron 25 kg de N después de cada corte, el fosforo se aplicó en una sola ocasión al inicio de la época de lluvias. Se aplicó riego por goteo dos veces por semana procurando dejar el suelo a capacidad de campo. La altura de corte vario de acuerdo al hábito de crecimiento de cada especie: los pastos Mombaza y Maralfalfa de crecimiento erecto se cortaron a 30 cm y el resto de los pastos a 15 cm. Variables medidas: Producción de materia seca estacional y anual por pasto. Se tomó una submuestra de 200 g de cada parcela las cuales se secaron en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta peso constante. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde la parcela grande fue la especie forrajera y la subparcela el manejo (tradicional vs fertilización + riego). La información se analizó utilizando el paquete estadístico SAS 2002 y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey con un P< 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precipitación pluvial y temperaturas que prevalecieron en 2011 y 2012, durante el periodo experimental, se muestran en la Figura 1. En la época de lluvias se registraron 830 mm, en nortes 203 mm y en la época seca 189 mm, ocurridos en un periodo de 140 (junio a noviembre), 105 (noviembre a marzo) y 105 días (marzo a junio), respectivamente, lo que se reflejó en la producción de los pastos evaluados. Las variaciones en la temperatura también fueron importantes, particularmente en los meses de diciembre a febrero, tiempo durante el cual ocurren bajas temperaturas que en ocasiones llegaron a los 17.5 °C, las cuales limitan el crecimiento de los pastos.



La producción total de materia seca por época y anual de las especies en estudio se presenta en el Cuadro 1. En donde se observa que hubo diferencias ($P < 0.05$), entre especies en la producción para las épocas de lluvias y para el total anual, c en donde destaca Maralfalfa con la mayor producción con $22,493 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, la cual fue diferente al resto de los tratamientos. La distribución de la producción por época fue de 46% para la época de lluvias, 21 % para nortes y 33 % se produjo en la época seca.

Cuadro 1. Producción de materia seca (kg/ha) estacional, en la localidad de Paso del Toro, Veracruz.

Especie	Cultivar	Lluvias	Nortes	Seca	Total
<i>B. humidicola</i>	Dictyoneura	8143 ab	3884	6435	18462 ab
<i>B. brizantha</i>	Insurgente	7437 b	3158	4508	15103 b
<i>Pennisetum sp.</i>	Maralfalfa	10017 a	4964	7512	22493 a
<i>P. maximum</i>	Mombaza	7801 ab	3665	6121	17587 ab
<i>B. brizantha X B. ruziziensis</i>	Mulato	7639 ab	3615	5114	16368 ab

Medias en la misma columna con Diferente literal son diferentes entre sí (Tukey $P \leq 0.05$).

La respuesta a la fertilización y riego en los pastos evaluados se presenta en el Cuadro 2, en donde se observan diferencias significativas ($P < 0.05$) en todas las épocas del año y en la producción anual, es de destacar un incremento del rendimiento 257 y 220 y 82 %, en la época de nortes, seca y lluvias, respectivamente, debido al uso de fertilizante y riego, lo cual se debe al suministro de agua y nutrimentos para lograr un alto desempeño, particularmente durante las épocas de nortes y seca, en donde se obtuvieron los incrementos más espectaculares. Lo anterior permite y evidencia que los suelos requieren la aportación de nutrimentos para que los pastos manifiesten su potencial de producción de biomasa, y esto, sumado al suministro de agua, durante la época seca, magnifica más el rendimiento de las especies, en comparación con la época de nortes, lo que muy posiblemente se reflejará en una mayor capacidad de carga de las praderas y por consiguiente mayor producción animal por unidad de superficie. De manera contraria, el tratamiento tradicional sin fertilización ni riego, el crecimiento se restringió ampliamente tal como lo han documentado (Enríquez y Romero, 1999; Meléndez *et al.*, 2006), quienes indican que las bajas temperaturas, días más cortos, alta nubosidad y la falta de precipitación, propician retrasos en el crecimiento de los pastos y bajas tasas de crecimiento, situación que predomina y provoca la escases de forraje para el ganado durante las épocas de nortes y seca.

Cuadro 2. Respuesta de la fertilización y riego en la producción de forraje (kg/ha) por época y anual en la localidad de Paso del Toro, Veracruz.

Tratamiento	Épocas del año			Total
	Lluvias	Nortes	Seca	
Fertilizado	10603 a	6024 a	9050 a	26678 a
Sin fertilizar	5812 b	1691 b	2826 b	10329 b
% de incremento	82	257	220	158

Medias en la misma columna con Diferente literal son diferentes entre sí (Tukey $P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

La fertilización + el riego produjo incrementos de 257 y 220 %, en la época de nortes y seca, respectivamente, y del 158 % considerando todo el año, con relación al manejo tradicional, sin fertilizar y sin riego, estas prácticas de manejo incrementan la producción de forraje particularmente en las épocas de mayor deficiencia de forraje para la alimentación animal.

LITERATURA CITADA

- Enríquez-Quiroz JF, Romero-Mora J. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. en Isla, Veracruz. *Agrociencia* 1999. 33(2):141-148.
- Enríquez QJF, Meléndez NF, Bolaños AED y Esqueda EV. Producción Y Manejo De Forrajes Tropicales. INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta. Libro Técnico Núm. 28. Veracruz, México. 2011.
- García E. 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. 1987.
- Meléndez NF, González MJA. y Pérez PJ. 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. 2006. 79 p.
- Ortega RL, Enríquez QJF, López GI. Producción Sustentable De Forrajes Tropicales. En: Román PH, L Ortega R, L Hernández A, E Díaz A, JA Espinosa G, G Núñez H, R Vera A, M Medina C y FJ Ruiz L (comps). 2009. Producción de leche de bovino en el sistema de doble propósito. Libro Técnico Núm. 22. INIFAP. CIRGOC. Veracruz, México. 2009. 19- 49.
- SAS. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. (2002).

029 PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO TAIWÁN *Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone A DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE

HERBAGE PRODUCTION AND CHEMICAL COMPOSITION OF TAIWAN GRASS *Cenchrus purpureus* (SCHUM.) MORRONE AT DIFFERENT CUTTING FREQUENCIES

Ventura Ríos Joel^{1*}, Honorato Salazar José Amador², Hernández Garay Alfonso¹, Santiago Ortega Mario Alberto¹, Calzada Marín Jesús Miguel¹, Enríquez Quiroz Javier Francisco³

¹Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera Federal México-Texcoco. 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. México.

²Campo Experimental, San Martinito. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Tlahuapan, Puebla, Pue, Méx. ³Campo Experimental, La Posta. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Paso del toro, Veracruz, México.

*Autor para correspondencia: joelventur@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la producción de biomasa y composición química del pasto Taiwán *Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone a diferentes frecuencias de corte. El experimento se desarrolló en el Sitio Experimental "Papaloapan" del INIFAP, en Isla, Veracruz. Se evaluaron 4 frecuencias de corte (30, 60, 90, 120, días después de la siembra [dds]). Se utilizaron las normas TAPPI (T) y ASTM (D) para el análisis químico, T-264 para la preparación del material, T-222 para contenido de lignina, D-1102 para cantidad de cenizas y D-1104 para carbohidratos totales. El contenido de nitrógeno vegetal se calculó por el método semi-micro Kjeldahl (AOAC, 1990). La mayor producción de materia seca anual se dio en el corte al día 120 (18815 kg MS ha⁻¹), el cual fue diferente ($p < 0.05$) a las demás frecuencias de corte. No hubo efecto de frecuencia de corte sobre el contenido de holocelulosa ($p > 0.05$). El contenido de proteína cruda y cenizas fue de 10.5 % y 12.5 % respectivamente, en el corte cada 30 días, el cual fue diferente ($p < 0.05$) a los demás cortes. El contenido de lignina fue mayor y diferente ($p < 0.05$) en los cortes del día 90 y 120 que en el de 30 y 60 días. El rendimiento de materia seca y el contenido de lignina del pasto Taiwán están correlacionados de manera positiva con el incremento de la edad; mientras que el contenido de proteína cruda y cenizas disminuye con la edad afectando la calidad nutricional.

Palabras clave: *Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone, rendimiento, composición química, edad.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate herbage yield and chemical composition of Taiwan grass *Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone at different cut frequencies. The experiment was carried out at the Experimental Site "Papaloapan" of INIFAP, Isla, Veracruz. Four cutting frequencies (30, 60, 90, 120 days) were evaluated. TAPPI and ASTM standards were used for chemical analysis, T-264 for preparation of the material, T-222 for lignin content, D-1102 for ash content and D-1104 for total carbohydrates. Plant nitrogen content was calculated by the semi-micro Kjeldahl method (AOAC, 1990). The highest annual dry matter yield was observed in cut of 120 days (18815 kg ha⁻¹)

which was different ($p < 0.05$) than the other cuts. There was no cutting effect on the holocellulose content ($p > 0.05$). The content of crude protein and ash was 10.5% and 12.5%, respectively, at the cut of 30 days, which was different ($p < 0.05$) than the other cuts. Lignin content was higher and different ($p < 0.05$) at the cutting of 90 and 120 days showed than that at 30 and 60 days. The dry matter yield and lignin content of Taiwan grass is positively correlated to the increase of age; while crude protein and ash content decreases with age, thus affecting the nutritional quality.

Key words: *Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone, yield, chemical composition, age.

INTRODUCCIÓN

Para la óptima utilización de los forrajes es necesario conocer los componentes químicos de la pared celular, el contenido celular y las estructuras físicas, ya que permiten determinar el valor económico del forraje y la formulación de raciones eficientes y rentables (Mertens, 1997). La composición química de las plantas varía dependiendo de la especie, tipo de tejido de la planta, etapa de crecimiento y las condiciones de crecimiento (Rengsirikul *et al.*, 2013). En las gramíneas, según Kumar *et al.* (2009), la pared celular contiene 25-40% de celulosa, 35-50 % hemicelulosa y 10-30 % de lignina, así como también sustancias pépticas, β -glucanos, pequeñas cantidades de extractivos y cenizas; el contenido celular contiene almidón, azúcares, proteínas y fructanos y ocasionalmente ácidos orgánicos (Girio *et al.*, 2010).

Los sistemas de producción de rumiantes en el trópico mexicano basan su alimentación en pastos y cultivos forrajeros con el propósito de producir carne y leche, por lo que en los últimos años se han introducido variedades del género *Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone, [previamente *Pennisetum purpureum*, (Chemisquy *et al.*, 2010)]. Estos pastos son los de mayor potencial de crecimiento y producción de biomasa por hectárea (Ramos *et al.*, 2013); sin embargo, los estudios son limitados en cuanto a la composición química (Calzada *et al.*, 2014). El objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento de biomasa y composición química del pasto Taiwán *Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone a diferentes frecuencias de corte.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El material utilizado se sembró el 22 de julio del 2011 en el Sitio Experimental "Papaloapan" del (INIFAP) ubicado en Isla, Veracruz, a 18° 06' N y 95° 31' O y altitud de 65 msnm (García, 1988). Se estableció en parcelas de 5 m de ancho por 16 m de largo, con tres repeticiones y se muestreó durante un año. Se aplicó una dosis de fertilizante de 120-80-00 kg ha⁻¹ de N y P₂O₅ respectivamente; la cual se dividió en dos aplicaciones a los 43 y 112 días después de la siembra. Se evaluaron cuatro frecuencias de corte (30, 60, 90, 120 días), mediante muestreos destructivos; se cosechó a 20 cm del suelo 7 m² por repetición y se tomó una submuestra representativa. Las muestras fueron secadas, molidas en un molino tipo Wiley y tamizadas en mallas de 60 (0.250 mm). Las Normas TAPPI se utilizaron para la preparación del material (T-264) y para determinar el contenido de lignina (T-222); las Normas ASTM se usaron para el contenido de cenizas (D-1102) y para carbohidratos totales (D-1104) en muestras libre de extractos. Las evaluaciones físico-químicas se llevaron a cabo en el laboratorio para materiales lignocelulósicos del INIFAP, Campus Puebla y el contenido de nitrógeno vegetal se calculó por el método semi-micro Kjeldahl

(AOAC, 1990) en el laboratorio de fertilidad de suelos y química ambiental del Colegio de Postgraduados. Se utilizó un análisis de varianza para investigar el efecto de corte sobre las variables estudiadas. Para comparar los niveles de corte se utilizó una comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$), mediante el paquete estadístico del SAS versión 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de materia seca anual se incrementó linealmente conforme aumento el intervalo de corte, encontrándose la mayor producción en el corte al día 120 (18815 kg ha⁻¹), el cual es diferente estadísticamente ($p < 0.05$) a los demás cortes (Cuadro I). El corte al día 120 produjo 85 % más de biomasa que el corte al día 30 y 79 % más de biomasa que el corte al día 60, así mismo, superó en un 35 % al corte del día 90. Entre los cortes efectuados al día 30 (10164 kg ha⁻¹ de MS) y 60 (10492 kg ha⁻¹ de MS) no hubo diferencia ($p > 0.05$), sin embargo, el corte al día 90 fue superior y diferente estadísticamente ($p < 0.05$) a estos cortes. El Mayor rendimiento obtenido en el presente estudio fue superior a lo reportado por Rengsirikul *et al.* (2013) quienes registraron valores de 15500 kg ha⁻¹ año, para cultivares del género *Pennisetum purpureum*. El contenido promedio del total de carbohidratos (celulosa más hemicelulosa) fue de 72.4 %, el cual fue superior en 5 % a lo observado por Rengsirikul *et al.* (2013) quienes reportan 67.4 % para el cultivar Taiwán A-148 en época seca. La mayor concentración de proteína cruda fue de 10.5 % en el corte cada 30 días, el cual fue diferente estadísticamente ($p < 0.05$) a los demás cortes. El corte 30 superó en 4, 6 y 7 % a las frecuencias de corte de 60, 90 y 120, respectivamente. Se observó que conforme aumenta la edad del pasto, el contenido de proteína cruda disminuye; sin embargo, entre cortes del día 90 (4.5 %) y 120 (3.5 %), no hubo diferencia ($p > 0.05$). Numerosos trabajos hacen referencia a la disminución del contenido de proteína cruda según se incrementa la edad de rebrote (Nave *et al.*, 2010). Clavero y Razz (2009) reportan que la concentración de Nitrógeno en los pastos disminuye con la edad de la planta debido a la menor proporción hoja:tallo, por lo que a medida que la planta envejece se incrementa la proporción de tallo y material muerto. Por otro lado, Chacón y Rodríguez (2009) reportan a los 60 y 90 días concentraciones de proteína de 9.5 % y 8.4 % los cuales superan en 3 % y 4 % a lo encontrado en la presente investigación (6.4 % y 4.5 %), respectivamente. El contenido de lignina promedio fue de 18 %, observándose que se relaciona con la edad, ya que a medida que la planta avanzó en su desarrollo fisiológico, el contenido de lignina también se incrementó; el mayor contenido se presentó en los cortes del día 90 (19.6 %) y 120 (19.7 %) entre estos dos cortes no hubo diferencia ($p > 0.05$); sin embargo, fueron superiores y diferentes estadísticamente ($p < 0.05$) a los cortes del día 30 y 60, quienes mostraron porcentajes inferiores al 18 %. En monocotiledóneas básicamente la lignina se compone de unidades coniferil, sinapil y p-coumaril, (Suhas *et al.* 2007) y durante la madurez fisiológica de la planta la degradabilidad enzimática ocurre en la pared celular de hojas y principalmente de tallos permitiendo la lignificación de la pared celular primaria y secundaria del tejido vascular y esclerequima (Grabber, 2005). En promedio, la concentración de cenizas fue de 10.7 %; el mayor contenido se encontró en el corte del día 30 (12.1 %) el cual fue superior y diferente ($p < 0.05$) a los demás cortes superando en 4 % al corte del día 60, en 5.5 % al corte 90 y en 7.4 % al corte del día 120 quienes mostraron los siguientes porcentajes (8.0, 6.6, 4.7), respectivamente. La concentración de cenizas tiene una clara tendencia

a disminuir conforme la planta avanza en su desarrollo fisiológico, los resultados obtenidos en promedio, concuerdan con Rengsirikul *et al.* (2013) quienes reportaron 9.3 % para cultivares del pasto elefante, sin embargo, los valores pueden oscilar desde 7.7 % a 11.6 % en la planta completa. Por otro lado, los resultados obtenidos fueron inferiores en 6.3 % y 6.9 % comparado con Chacón y Vargas (2009) quienes reportaron 14.4 % y 13.6 % para el corte del día 60 y 90. Similarmente, Araya y Boschini (2005) reportaron 16.8 % en promedio para pasto Taiwán, el cual es superior en 7.3 % a lo encontrado en el presente estudio.

Cuadro 1. Composición química del pasto Taiwán a diferentes frecuencias de corte

Componente	Frecuencia de corte (días)					D.E.
	30	60	90	120	Promedio	
Producción anual (Kg MS ha ⁻¹)	10164 ^c	10492 ^c	13953 ^b	18815 ^a	13356	4297
Holocelulosa (%)	71.4 ^a	72.2 ^a	71.8 ^a	74.3 ^a	72.4	2.4
Proteína cruda (%)	10.5 ^a	6.4 ^b	4.5 ^c	3.5 ^c	6.2	2.8
Lignina (%)	17.7 ^b	16.8 ^b	19.6 ^a	19.7 ^a	18.4	1.3
Cenizas (%)	12.1 ^a	8.0 ^b	6.6 ^c	4.7 ^d	7.9	2.8

^{a,b,c} Diferente literal minúscula, en la misma hilera, indican diferencias significativas entre cortes (P<0.05).

CONCLUSIONES

Conforme aumentó la frecuencia de corte se incrementó el rendimiento de forraje y lignina y disminuyó el contenido de proteína y cenizas, lo cual afecta la calidad nutricional.

LITERATURA CITADA

- AOAC. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists. 1990.
- ASTM. American Society for Testing and Materials. Method of Test for Holocellulose in wood ASTM D1104-56. Annual book of ASTM standards. Pat 22: wood; Adhesives. Pennsylvania, USA: ASTM. 1977.
- ASTM. American Society for Testing and Materials. Standard test method for ash in wood. ASTM D1102, Annual Book of ASTM Standards. Volume 04.10 Wood. USA: ASTM. 2009.
- Araya MM, Boschini FC. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica. Agron. Mesoamericana. 2005; 16 (1):37-43.
- Calzada MJM, Enríquez QJF, Hernández GA, Ortega JE, Mendoza PSI. Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en clima cálido subhúmedo. Rev Mex Cienc Pecu. 2014;5(2): 247-260.
- Chacón HPA, Vargas RCF. Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote. Agron. mesoamericana. 2009;20(2):399-408.
- Chemiskuy, AM, Giussani ML, Scataglini AM, Kellogg AE, Morrone O. Phylogenetic studies favour the unification of *Pennisetum*, *Cenchrus* and *Odontelytrum* (Poaceae): a combined nuclear, plastid and morphological analysis, and nomenclatural combinations in *Cenchrus*. Annals of Botany. 2010;(106):107–130.

- Clavero T, Razz R. Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. Rev Fac Agron (LUZ). 2009;(26): 78-87.
- García E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4ª ed. México. Instituto de Geografía, UNAM. 1988.
- Girio FM, Fonseca C, Carvalheiro F, Duarte LC, Marques S, Bogel-Lukasik R. Hemicelluloses for fuel ethanol: A review. Bioresour Technol. 2010;101(13):4775-800.
- Grabber HJ. How do lignin composition, structure, and cross-linking affect degradability? a review of cell wall model studies. Crop Sci. 2005;(45):820–831.
- Kumar P, Barrett MD, Delwiche JM, Stroeve P. Methods for pretreatment of lignocellulosic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production. Ind Eng Chem Res. 2009;(48):3713-3729.
- Mertens RD. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. J Dairy Sci. 1997; (80):1463–1481.
- Nave RLG, Pedreira CGS, Pedreira BC. Nutritive value and physical characteristics of Xaraes palisadegrass as affected by grazing strategy. South African J Anim Sci 2010; (40):285-293.
- Ramos TO, Canul SJR, Duarte VFJ. Producción de tres variedades de *Pennisetum purpureum* fertilizadas con dos diferentes fuentes nitrogenadas en Yucatán, México. Revista Bio Ciencias. 2013;2(2):60-68.
- Rengsirikul K, Ishii Y, Kangvansaichol K, Prapa S, Punsuvon V, Vaithanomsat P, Nakamanee G, Sayan T. Biomass yield, chemical composition and potential ethanol yields of 8 cultivars of napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach.) harvested 3-monthly in central Thailand. Journal of Sustainable Bioenergy Systems. 2013;(3):107-112.
- SAS. SAS/STAT User's Guide (Release 9.3). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 2011.
- Suhas PJM, Carrott MML, Carrott R. Lignin – from natural adsorbent to activated carbon: A review. Bioresour Technol. 2007;(98):2301–2312.
- TAPPI. Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Acid-insoluble lignin in wood and pulp. T 222 om-02. TAPPI Test Methods. Fibrous Materials and Pulp Testing. CD Version, Atlanta, GA.,U.S.A. 2006-2007.
- TAPPI. Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Preparation of wood for chemical analysis. T 264 cm-97. TAPPI Test Methods. Fibrous Materials and Pulp Testing. CD Version, Atlanta, GA.,U.S.A. 2006-2007.

030 PERFIL BROMATOLÓGICO Y NUTRICIONAL DE FORRAJE DE CANOLA (*BRASSICA NAPUS* L.) EN FLORACIÓN TEMPRANA Y TARDÍA BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL.

BROMATOLOGICAL AND NUTRITIONAL PROFILE ON EARLY AND LATE BLOOM OF CANOLA (*BRASSICA NAPUS* L.) FORAGE UNDER RAINFED CONDITIONS.

Espinoza-Canales A.^a, Gutiérrez-Bañuelos H.^{a*}, Sánchez-Gutiérrez R. A.^b, Muro-Reyes A.^a, Gutiérrez-Piña F. J.^a, Corral-Luna A.^c, Anderson R. C.^d, Medina-Flores C.A.^a, Díaz-García L. H.^a

^aUnidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. 98500.

^bCampo Experimental Zacatecas. INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, 98500 Calera de V.R. Zacatecas, México.

^cFacultad de Ecología y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.

^dCentro de Investigación Animal, Departamento de Agricultura de Estados Unidos, College Station, Texas, EUA.

*Autor de correspondencia: gtzbahector@hotmail.com. Laboratorio de Metabolismo Animal y Fisiología Ruminal. Cuerpo Académico de Producción Animal UAZ-CAPA-107.

RESUMEN

El forraje de canola pudiera ser una opción para diversificar los cultivos sembrados bajo condiciones de temporal y mejorar la calidad del forraje producido. Con el objetivo de evaluar la composición nutricional de canola bajo condiciones de temporal en dos etapas fenológicas diferentes, se cosecharon aleatoriamente de una parcela de 1 ha ubicada en clima semiseco-templado, 24 muestras de forraje en floración temprana (5% de floración) y 24 muestras en floración tardía (90% de floración). Las muestras fueron desecadas a 65°C durante 48 h, realizándosele un análisis bromatológico y nutricional. Se observaron diferencias ($P < 0.05$) en todos los parámetros bromatológicos y nutricionales, promediando 26 y 12 %PC, 47 y 60 %FND, 28 y 52 %FAD, 2.56 y 1.99 %DMI (%BW), 67 y 48 %DDM, y 133 y 72 (RFV), respectivamente para floración temprana y tardía. La floración temprana representa una opción forrajera por su calidad nutricional, obteniéndose valores para tasas de ganancia moderadas o producción de leche, sin embargo la lignificación en la etapa de floración tardía disminuye la digestibilidad y los niveles energéticos, sobre todo de la ENg, lo que pudiera traer consigo problemas en el crecimiento de los rumiantes. Si se pretenden pastorear los animales se tendrá que tener un periodo de adaptación o valorar la asociación de cultivos para evitar problemas de timpanismos.

Palabras clave: Canola, forraje, etapa fenológica, valor bromatológico.

ABSTRACT

Canola forage could be an option for diversify crops grown under rainfed conditions and to improve quality forage produced. With the objective to evaluate nutritional composition of canola under rainfed conditions at two different phenological stages, randomly samples were obtained from 1 ha plot located in semi-temperate climate; 24 samples of forage in early flowering (5 % bloom) and 24 late flowering samples (90% bloom). Samples were dried at 65 °C for 48h; then bromatologic and nutritional evaluation was performed. Differences ($P<0.05$) were observed in all variables, averaging 26 vs 12% CP, 47 vs 60% NDF, 28 vs 52% ADF, 2.56 vs 1.99% DMI (%BW), 67 vs 48% DDM, and 133 vs 72 RFV, respectively for early and late bloom. Early bloom is a forage option for its nutritional quality, could obtain moderate performance rates and milk yield, however lignification on late bloom decrease digestibility and energy values, especially on NEg, which could cause low growth performance in ruminants. If grazing is an option, an adaptation period or association crops have to be done to avoid bloat troubles.

Key words: Canola, forage, phenologic stage, bromatological value.

INTRODUCCIÓN

La falta de diversificación en los cultivos sembrados y el uso inadecuado de forrajes por el desconocimiento del perfil bromatológico y nutricional, son factores que limitan mejorar las perspectivas de desarrollo de los sistemas agropecuarios ganaderos. La canola constituye una alternativa forrajera para ayudar en la diversificación de los cultivos pero es necesario su descripción bromatológica, nutricional y forrajera para mejorar y potenciar su uso. El nombre “canola” (aceite canadiense ó Canadian oil) fue registrado en 1979 por “Western Canadian Oilseed Crushers Association”, siendo un producto de la colza (*Brassica napus* y *Brassica campestris/rapa*) que se obtuvo mediante cruzamiento para obtener bajos niveles de ácido erucico (<2%) en el aceite y bajos niveles de glucosinatos (<30 $\mu\text{mol/g}$) en la pasta. Estas características hacen que la canola sea una opción como alimento para humanos y animales (Oplinger et al., 1989). La mayoría de los países que importan semilla de canola la usan para extraer el aceite, que es su componente más valioso, pero también presenta otros usos específicos. Por ejemplo, el subproducto derivado de la extracción de aceite (Pasta o harina de canola) es un componente alto en proteína (36%) ampliamente usado en la alimentación animal, la planta en floración se usa en la apicultura por ser una planta melífera, y la planta en cualquier etapa pudiera ser usada como forraje para rumiantes.

En México, se sembraron más de 31,000 ha de canola del 2008 al 2012, siendo sembradas bajo condiciones de temporal más del 91% (SIAP, 2014). Los estados que registraron ha sembradas bajo condiciones de temporal durante el año 2012 fueron Edo. de México (615), Tlaxcala (492), Tamaulipas (352), Hidalgo (343), Zacatecas (130), Puebla (128), Veracruz (50), y Michoacán (13.5) (SIAP, 2014). Los datos oficiales

en México muestran que la superficie sembrada de canola ha variado grandemente del año 2008 al 2012, tanto por motivos de comercialización y disponibilidad de la semilla, pero sobre todo por efectos climáticos, incluyendo la sequía en el norte e inundaciones en el sur del país.

Limitados reportes científicos han sido publicados evaluando el potencial forrajero y nutricional de la canola bajo condiciones de temporal. La falta de ésta información ha limitado establecer estrategias alimenticias y nutricionales que permitan potenciar los parámetros productivos de los rumiantes a través de un mejor uso del forraje. El objetivo del presente proyecto fue la caracterización bromatológica, nutricional y forrajera de la planta de canola.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental

El objetivo fue caracterizar bromatológica y nutricionalmente al forraje de canola en dos etapas fenológicas (floración temprana y floración tardía) bajo condiciones de temporal. Se obtuvieron muestras del forraje de una superficie de 1 ha de canola en el municipio de Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, localizándose a 2174 msnm, con una temperatura promedio de 16°C y un promedio de precipitación pluvial de 407 mm anual, bajo un clima semiseco-templado (INAFED, 2014). Se recolectaron aleatoriamente 24 muestras en floración temprana (5% de floración) y 24 muestras en floración tardía (90% de floración). Las muestras se mandaron al laboratorio de Metabolismo Animal y Fisiología Ruminal de la UAMVZ-UAZ para su análisis.

Caracterización bromatológica y perfil nutricional

Las muestras se deshidrataron a 60°C durante 48h y se molieron en un molino con una criba de 1mm. A las muestras se les determinó la cantidad de cenizas (Ash) incinerando las muestras a 550°C por 4 h, y por diferencia entre la materia seca (MS) y la ceniza se obtuvo la materia orgánica (MO). Las Fibras Neutro (FND) y Ácido detergentes (FAD) fueron analizadas de forma secuencial mediante el Ankom200 (Ankom Technology). La hemicelulosa (HEM) fue obtenida entre la diferencia de FND y FAD. La proteína cruda (PC) fue obtenida mediante la determinación del N total por análisis de combustión (Leco FP-428, Leco Corporation, St. Joseph, MI) y multiplicado por el factor de corrección 6.25. Los cálculos de energía fueron realizados mediante las ecuaciones para leguminosas donde la energía neta de lactancia (ENI) y la energía neta de mantenimiento (ENm) fueron calculadas usando la ecuación $1.037-0.0124 \cdot \text{FAD}$ y la energía neta de ganancia (ENg) como $(2.54-(2.42/(\text{ENm} \cdot 2.2)))/2.2$. Los nutrientes digestibles totales fueron obtenidos mediante $8+86 \cdot \text{ENI}$. El consumo en materia seca en base al porcentaje de peso corporal (DMI, % BW) fue calculado como $120/(\% \text{NDF})$. La digestibilidad de la materia seca (DDM, %DM) fue determinada como $88.9-.779 \cdot (\text{FAD})$,

y el valor relativo del forraje (RFV) se calculó como $DMI \cdot DDM / 1.29$ (Moore and Undersander, 2002).

Análisis estadístico

Asumiendo un diseño completamente al azar, se realizó la comparación de medias de todas las variables utilizando como efecto principal la etapa de floración (floración temprana vs floración tardía), utilizándose Tukey ($P < 0.05$) como prueba de poder para asumir diferencias, mediante el PROC MIXED de SAS (v 9.01).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en el Cuadro 1. Se observaron diferencias estadísticas en todas las variables, obteniéndose una mejor evaluación bromatológica, nutricional y forrajera en la floración temprana de la canola. Los valores de PC de la canola en floración temprana (26 %) pudieran considerarse a niveles de la alfalfa, así como su digestibilidad (67%), lo que se vería reflejado en tasas moderadas de ganancia en peso corporal y producción de leche. Los niveles de PC en floración tardía (12%) son superiores a la mayoría de los cultivos de cereales, pero se observó un incremento considerable de la FAD (52 %MS) en ésta etapa fenológica, disminuyéndose drásticamente la digestibilidad (48 %MS), lo que también se ve reflejado en la caída en las energías, destacando la ENg donde se observaron valores negativos. Sprague *et al.*, (2014) reportaron doble uso de sembradíos de canola (*Brassica napus*) con potencial sugerido para la producción de granos y producción de ganado en pastoreo. La canola se puede usar como forraje anual, pudiendo producir de 2 a 4 t ha⁻¹ de materia seca en una sola estación de crecimiento (Oplinger *et al.*, 1989). Sin embargo, cuando la canola se usa en pastoreo, debido a su cercanía con la colza, pudieran provocarse timpanismos, por lo que se recomienda ingresar a los animales al pastoreo de canola en forma gradual. Así mismo, cuando se usa en forma henificada se debe tratar de mezclar con otros forrajes y darlo gradualmente para evitar problemas de timpanismo. En el caso de su uso en forma de ensilado, se tiene que tener cuidado por su alto contenido de humedad (75-80%) sobre todo en pre-floración o floración temprana, o tratar de ensilarlo con otro tipo de forrajes de menor humedad y cereales para mejorar la fermentación (Lardy and Anderson, 2003).

CONCLUSIONES

La canola en floración temprana representa una buena estrategia para incrementar la calidad del forraje ofrecido a los rumiantes en los sistemas de producción agropecuarios ganaderos. Sin embargo, la canola en floración tardía, por su nivel de lignificación dado por el incremento en la FAD, disminuye drásticamente su valor nutricional, lo que limitaría el crecimiento y producción del ganado alimentado sólo con éste tipo de forrajes. Estudios posteriores deberán de ofrecer la viabilidad de asociar sembradíos de

canola con otros cultivos de cereales como la avena, trigo o cebada, tratando de aumentar la cantidad de forraje producido y su calidad nutricional.

Cuadro 1. Caracterización bromatológica, nutricional y forrajera de la canola (*Brassica napus* L.) en floración temprana y tardía bajo condiciones de temporal.

Variables	Floración temprana	Floración tardía	P	EE
Ceniza, %	17.8	9.9	<0.001	0.54
MO, %	82.2	90.1	<0.001	0.54
PC, %	26.32	12.36	<0.001	0.50
FND, %BS	47.09	60.42	<0.001	1.04
FAD, %BS	27.83	52.06	<0.001	1.02
ENm o ENI, Mcal/kg	0.69	0.39	<0.001	0.01
ENg, Mcal/kg	0.43	-0.14	<0.001	0.03
TDN, %	67.51	41.67	<0.001	1.08
DMI, %BW	2.56	1.99	<0.001	0.04
DDM, %DM	67.22	48.35	<0.001	0.79
RFV	133	72	<0.001	4.28

LITERATURA CITADA

INAFED. 2014. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM32zacatecas/municipios/32005a.html> available el 10 de Julio del 2014.

Lardy G, Anderson V. Alternative feeds for ruminants. North Dakota State University. Fargo, North Dakota, 2003. AS-1182.

Moore JE and Undersander J. Relative Forage Quality: An alternative to Relative Feed Value and Quality Index. Proceeding 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, 2002. pp 16-32.

Oplinger, ES, Hardman LL, Gritton ET, Doll JD, Kelling KA. Canola. Alternative field crops manual. Departments of Agronomy and Soil Sciences, University of Wisconsin-Madison. Department of agronomy and plant genetics. University of Minnesota, St. Paul. 1989. 9p.

SIAP. 2014. <http://www.siap.gob.mx/> available el 8 de Julio del 2014.

Sprague SJ, Kirkegaard JA, Graham JM, Dove H, Kelman WM. Crop and livestock production for dual-purpose winter canola (*Brassica napus*) in the high-rainfall zone of South-eastern Australia. *Field Crop Research* 2014 (156): 30-39.

031 DINÁMICA DEL CRECIMIENTO DE SEIS CULTIVARES DE *Pennisetum purpureum* EN LA LLANURA COSTERA DE VERACRUZ

GROWTH DYNAMICS OF SIX CULTIVARS OF *Pennisetum purpureum* IN THE COASTAL PLAIN OF VERACRUZ

Vinay Vadillo Julio César¹, Teresa Beatriz García Peniche¹, López Guerrero Isaías¹, Vásquez Hernández Andrés²

¹INIFAP – Campo Experimental “La Posta”
Carretera federal Veracruz-Córdoba km 22.5 Paso del Toro, Ver. C.P. 94277
Tel. 01 (229) 2622222
vinay.julio@inifap.gob.mx

² INIFAP – Campo Experimental Cotaxtla
Carretera federal Veracruz-Córdoba km 34.5 Cotaxtla, Ver. C.P. 94270
Tel. 01 (229) 2622232

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar los parámetros del crecimiento durante lluvias, utilizando la función de crecimiento Gompertz, de seis cultivares de *Pennisetum purpureum* bajo condiciones de temporal en la región central de la llanura costera de Veracruz; clima cálido sub-húmedo y suelos tipo vertisol, ácidos. Se evaluó la producción de materia seca de planta completa de los cultivares Elefante, Maralfalfa, Roxo, Taiwán, Cubano CT115 y King Grass con o sin fertilización (141-43-20), cortados cada 21 días durante 168 días desde el inicio de la época de lluvias. Los parámetros de la curva de crecimiento: Producción máxima de biomasa (MaxProd), Máxima tasa de crecimiento o punto de inflexión (TasaCrec), y Velocidad de crecimiento (Vel) se analizaron con un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con comparación de medias por Tukey. La bondad de ajuste entre datos observados y ajustados fue buena, i.e. en promedio, 0.975, 0.905, y 0.95 para R^2 , R, y Correlación, respectivamente. Para MaxProd hubo diferencias por Cultivar y Fertilización ($P < 0.05$): 10.9 ton/ha vs. 4.7 ton/ha en promedio para los fertilizados y los no fertilizados, respectivamente, con mayores MaxProd para Maralfalfa, Elefante y Taiwán, y menores para Roxo, CT 115 y King Grass. TasaMax tuvo un promedio de 51 días en pastos fertilizados y de 42 días en los no fertilizados, aunque sin significancia. Vel tampoco tuvo efectos significativos. Gompertz resultó útil para analizar las curvas de crecimiento de los pastos de corte. Las tasas de crecimiento pueden utilizarse para apoyar decisiones de manejo.

Palabras clave: Curva de Crecimiento de pastos de corte, Gompertz, Tasa Crecimiento

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the growth parameters during the rainy season, obtained by the Gompertz growth function, of six cultivars of *Pennisetum purpureum* managed under rainfed conditions, in the central region of the coastal plains

of Veracruz; warm sub-humid climate, acid vertisol soils. The data were of the dry matter, whole plant production of the cultivars Elefante, Maralfalfa, Roxo, Taiwán, Cubano CT115 and King Grass, with and without fertilization (141-43-20), cutted every 21 days during 168 days from the beginning of the rainy season. The parameters of the growth curve: Maximum production of biomass (MaxProd), Maximum growth rate or inflection point (TasaCrec), and Speed of growth (Vel) were analyzed with a randomized complete blocks design with a Split Plot arrangement, using Tukey's mean comparisons. The goodness of fit between the observed and the adjusted data was good, i.e. on average, 0.975, 0.905, and 0.95 for R^2 , R, and Correlation, respectively. For MaxProd there were differences due to Cultivar and Fertilization ($P < 0.05$): 10.9 ton/ha vs. 4.7 ton/ha on average for fertilized and unfertilized grasses, respectively, with higher yields, MaxProd, for Maralfalfa, Elefante and Taiwán, and lower for Roxo, CT 115 and King Grass. TasaMax had an average of 51 days in fertilized grasses, and of 42 days in unfertilized ones, however, without being significant. Vel did not have significant effects either. Gompertz resulted useful for analyzing the growth curve of cutting grasses. The rates of growth can be useful to sustain management decisions.

Key words: Growth curves in cutting grasses, Gompertz, Growth rate

INTRODUCCIÓN

En la regiones tropicales de México diferentes cultivares de *Pennisetum purpureum* son empleados en la alimentación animal como zacates de corte, ya que presentan hábitos de crecimiento erguido, sus vástagos o hijatos son de gran altura y se desarrollan en macollos; estos pastos ofrecen ventajas como el ser perennes, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a la sequía y capacidad de acumular biomasa. López et al. (2011) realizó estudios de productividad y relación hoja a tallo en seis cultivares de *Pennisetum purpureum* en condiciones de temporal, fertilizados y no fertilizados, y realizó estudios de frecuencias de corte en los cultivares Taiwán, Merkerón y King Grass (López, 1988), con lo que se ha podido emitir recomendaciones para su aprovechamiento y manejo. Sin embargo, en los últimos años han cobrado interés otros cultivares de *Pennisetum purpureum* como el Maralfalfa, Cubano CT115 y Roxo, que vale la pena estudiar y compararlos con los cultivares tradicionales.

Debido a la variabilidad en los procesos biológicos, para poder hacer comparaciones válidas entre grupos de animales o de plantas, con frecuencia es preferible ajustar los datos a un modelo matemático.

Un gran número de funciones matemáticas han sido utilizadas para describir el crecimiento; el modelo probablemente más empleado sea el de Gompertz (Turner *et al.*, 1976; France y Thornley, 1984). Winsor (1932) propuso emplear esta función no lineal para describir el crecimiento en plantas y animales. Permite estimar o predecir el crecimiento bajo diferentes condiciones ambientales (Thornley y France, 2007). Sin embargo, su correcta utilización deben quedar supeditada a tres aspectos básicos: a) Bondad de ajuste, b) capacidad de interpretación biológica, y c) exigencias computacionales (Chacin, 1998). Este modelo asume que la velocidad de crecimiento se incrementa hasta que alcanza un máximo y después decrece en forma asintótica. La correspondiente curva es sigmoidal, con un punto de inflexión (máxima tasa de crecimiento con la edad) y una asíntota (Lawrence y Fowler, 2002).

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar los parámetros del crecimiento durante lluvias, con el modelo de Gompertz, de seis cultivares de *Pennisetum purpureum* bajo condiciones de temporal en la región central de la llanura costera de Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental "La Posta" INIFAP, ubicado en Paso del Toro, Veracruz, localizado en las coordenadas 19° 00' 49" latitud norte y 96° 08' 19" longitud oeste (INEGI 2009). El clima predominante en el área de influencia de "La Posta" corresponde al cálido sub-húmedo con lluvias en verano (Vidal, 2005), con temperaturas media, máxima y mínima de 25, 35 y 15°C, respectivamente, promedios de precipitación pluvial de 1461 mm, y de humedad relativa de 77.4%. La altura es de 10 m.s.n.m. Los suelos predominantes son del tipo vertisol, con pH ácido (5.4), textura de migajón arcillo-arenosa, y contenido de materia orgánica de 2.6%.

Los cultivares evaluados fueron: 1) Elefante, Maralfalfa, Roxo, Taiwán, Cubano CT115 y King Grass con o sin fertilización, cortados cada 21 días durante 168 días desde el inicio de la época de lluvias.

El terreno fue preparado con limpieza, subsuelo, barbecho, doble rastra y surcado a 80 cm entre surcos. Se usaron dos esquejes o estacas de tres nudos, sembradas cada 80 cm sobre el terraplén del surco, dejando dos de los tres nudos enterrados y procurando que las estacas formasen un ángulo de 45° con relación al suelo. Al inicio del experimento se realizó un corte de uniformidad a 25 cm de altura sobre la superficie. En las parcelas que fueron fertilizadas, la dosis fue 141-43-20, la cual se fraccionó en dos aplicaciones; en la primera, una semana después de la siembra, se aplicó la mitad del nitrógeno y 60 días después, se aplicó el resto del nitrógeno y todo el fósforo y potasio.

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 tipo de pasto y 24 repeticiones para parcela menor que representa (con o sin) fertilización. Para evitar efectos nocivos entre alturas del rebrote adyacente, los cortes no se aleatorizaron, sino que se arreglaron en un orden ascendente empezando con el primer corte, a las tres semanas, en un extremo de la parcela y acabando con el octavo corte a las 24 semanas (168 días de edad) en el extremo opuesto. El área para muestrear en cada fecha de corte, fue un cuadrado de 5.76 m².

El porcentaje de materia seca de obtuvo del secado del material fresco (pesado inmediatamente, en el mismo sitio de los muestreos) en estufa de aire forzado a una temperatura de 55 °C. Con este dato y los pesos en fresco, se obtuvieron las producciones de MS por ha.

Los parámetros de la curva del crecimiento se obtuvieron por la función sigmoideal Gompertz (Horgan, 2005): Producción máxima de biomasa (MaxProd), que significa que la planta ya (casi) no crece, o asíntota, Máxima tasa de crecimiento o punto de inflexión (TasaCrec), que es el momento en que la velocidad de crecimiento deja de acelerarse y empieza a decrecer, la cual en Gompertz ocurre aproximadamente al 50% de la producción en la asíntota, y Velocidad de crecimiento (Vel), que es la relación del peso en MS obtenido entre el tiempo transcurrido, en días. Para ello se utilizó el software Scientist®, aplicando el algoritmo de Powell como método de minimización. Los indicadores de bondad de ajuste fueron el "criterio de selección de mejor ajuste" (MSC), R², R y correlación (C), que arroja el Scientis®. La función de Gompertz se define como:

$$Y = A \exp^{-\exp(-\mu(x-B))}$$

Donde: A corresponde a MaxProd, B a TasaCrec y “μ” corresponde a Vel.

Las variables de respuesta fueron los parámetros MaxProd, TasaCrec, y Vel, los cuales se analizaron con el diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, que se mencionó arriba. El análisis se llevó a cabo con el paquete estadístico MINITAB v15.1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La bondad de ajuste entre los datos observados y los ajustados por Gompertz fue buena en todos los casos, i.e. en promedio, los pastos fertilizados y los no fertilizados tuvieron 0.98 y 0.97, 0.94 y 0.87, 0.97 y 0.93 para R², R, y Correlación, respectivamente.

Para MaxProd se encontraron diferencias debidas a Cultivar y Fertilización (P<0.05). Los pastos sin fertilizar produjeron entre el 29.2% (King Grass) y el 60 % (Maralfalfa) de lo que produjeron los fertilizados: 10.9 toneladas/ha vs. 4.7 Ton/ha en promedio para los fertilizados y los no fertilizados, respectivamente (Cuadro 1). Las mayores MaxProd fueron para Maralfalfa, Elefante y Taiwán, y las menores para Roxo, CT 115 y King Grass. El efecto de cultivar es importante porque ayuda a decidir cuales utilizar en caso de pastoreo, corte o uso industrial; los zacates de menor tamaño probablemente sean más útiles para pastoreo, y los otros para corte o industria.

Cuadro 1. Parámetros de la curva de crecimiento obtenidos mediante la función Gompertz con datos de seis cultivares de *Pennisetum purpureum* fertilizados y no fertilizados en la llanura costera del Estado de Veracruz

Cultivar	Pastos fertilizados			Pastos no fertilizados			MaxProd con vs. sin Fert., %	TasaCrec con-sin Fert. días
	MaxProd tonMS/ha	TasaCrec días	Vel KgMS/tiempo	MaxProd tonMS/ha	TasaCrec días	Vel KgMS/tiempo		
Elefante	13.44	46	31	5.06	36	30	37.6	10
Maralfalfa	12.34	39	36	7.44	52	30	60.3	-13
Roxo	9.92	56	24	4.53	44	29	45.7	12
Taiwán	11.53	58	26	4.11	36	35	35.6	22
CT 115	9.7	41	54	4.63	42	28	47.7	-1
King Grass	8.21	63	22	2.4	39	34	29.2	24
Promedios	10.9	50.5	32.1	4.7	41.5	31		

Con respecto a TasaCrec, 4 de los 6 cultivares fertilizados tuvieron su TasaMax entre 10 y 24 días después que los no fertilizados, es decir, los pastos fertilizados con mayor frecuencia continuaron creciendo en forma acelerada por más tiempo; La excepción fueron los pastos fertilizados Maralfalfa y CT 115 cuyas TasaMax fueron 13 y 1 días, respectivamente, antes que los pastos sin fertilizar (promedio de tasa máxima a los 51 días en los fertilizados y a los 42 días en los no fertilizados). Sin embargo, los efectos (Cultivar y Fertilización) fueron no significativos, de manera que las tendencias observadas deben ser producto del azar. Sin embargo, la determinación de los días de crecimiento acelerado en cada Cultivar pueden utilizarse para planear diversas actividades en los predios, como tiempos de pastoreo.

Conocer las tasas de crecimiento de los pastos de corte permite decidir el mejor tiempo para cosecharlos, ya que una vez que pasan esos 30 a 60 días, según el cultivar, la espera solo provocará un detrimento en la calidad nutricional de los mismos.

Para Vel tampoco se encontró efecto significativo, siendo las medias en los pastos fertilizados de 32 kg/día y para los no fertilizados de 31 kg/día. Aparentemente, el acumulado de estas medias a través del tiempo es lo que haría las diferencias entre Cultivares y Fertilización para MaxProd, pero en realidad, la interpretación biológica de este parámetro no es clara (Cuadro 1).

Por otra parte, los pastos de corte también se contemplan para uso industrial por su potencial de producción de celulosa, y la información proporcionada ayuda a planear las actividades de las empresas que los vayan a aprovechar.

CONCLUSIÓN

Debido a la bondad de ajuste de los datos, se considera que la utilización de la función de crecimiento Gompertz fue adecuada y que es un modelo útil para analizar las curvas de crecimiento de los pastos de corte.

LITERATURA CITADA

- I) Chacín F. Análisis de regresión y superficie de respuesta. Ed Casares/ Segovia / Gaskin. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 1988.
- II) France J, Thornley JMH. Mathematical models in agriculture. London Butterworth. 1984.
- III) Horgan GW. Growth curve modeling. Biomathematics and Statistics. Scotland. http://www.bioss.ac_uk/smart/unix/mgrowslides/intro.html. 2005.
- IV) INEGI Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades. [En línea] <http://mapserver.inegi.org.mx/mgn2k/?s=geo&c=1223>. 2009.
- V) Lawrence TLJ, Fowler VR. Prenatal and postnatal growth. Lawrence, T.L.J., and V.R. Fowler editors. Growth of farm animals. 2th editions. CAB International. 2002: 347.
- VI) López GI. Rendimiento de material seca y proteína cruda de siete gramíneas cosechadas a cuatro frecuencias de corte en clima cálido subhúmedo. [Licenciatura]. Saltillo, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 1988.
- VII) López GI, García PTB, Barroso MO, Ramírez SH, Barradas PFT, Cristóbal CO. Curvas de crecimiento y relación hoja a tallo de seis zacates de corte cultivados en la región central de la llanura costera de Veracruz. XXIV Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz y III del Trópico Mexicano. 2011. 336-339.
- VIII) Thornley JMH, France J. Growth functions. En: Mathematical models in agriculture. Quantitative methods for the plant, animal and ecological sciences. 2nd Ed. Cromwell Press, Trowbridge. 2007: 136-171.
- XIX) Turner ME, Bradley EL, Kirk KA, Pruitt KMA. Theory of growth. Math Biosci. 1976. (29):367-373.
- X) Vidal ZR. Región 7, Golfo de México.121-144. En: Las regiones climáticas de México. Instituto de Geografía UNAM, México. 2005.
- XI) Winsor CP. Gompertz curve as a growth. Proc Natl Acad Sci. 1932. (18):1-7

**032 VALOR NUTRITIVO Y PRODUCCIÓN DE *Pennisetum purpureum*
(MARALFALFA) EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ DURANTE LA
ÉPOCA DE LLUVIAS**

**NUTRITIVE VALUE AND PRODUCTION OF *Pennisetum purpureum*
(MARALFALFA GRASS) AT DIFFERENT STAGES OF MATURITY DURING THE
RAINING SEASON**

Rubio Vázquez Héctor Alonso, Gómez-Gurrola Agapito¹, Loya Olguin José Lenin¹,
Ramírez Ramírez José Carmen¹, Gómez Gurrola Julio Alfonso¹, Benítez Meza José
Alfredo¹, Hernández Ballesteros Juan Antonio¹ y Sanginés García Leonor²

Km 3.5 de la carretera Compostela-Chapalilla, Compostela Nayarit, México.
Tel.(327) 2771718. agomeza@uan.edu.mx.

² Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Vasco de
Quiroga 15, México 14000 D.F.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición química y producción de forraje del *Pennisetum purpureum* (maralfalfa) en época de lluvias en diferentes estados de madurez, para lo cual se estableció la siembra del pasto con una densidad de tres toneladas por ha. Se tomaron muestras a los 30, 60, 90 y 120 días de 10 sitios, siendo cada sitio de un metro lineal. En cada estado de madurez del pasto se midió: altura al último nudo, altura a la punta de la hoja, número de hojas, kilogramos de biomasa para estimar el rendimiento en toneladas por hectárea, los datos se analizaron con un diseño de bloques completos al azar. Para el análisis de químico, utilizando un análisis de varianza completamente al azar. La diferencia entre medias se hizo con la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Se realizó el análisis de humedad, proteína cruda (PC), cenizas y de fibra. Todas las variables agronómicas estudiadas fueron mayores a los 120 días; al aumentar el tiempo de rebrote fue disminuyendo la cantidad de proteína cruda y aumentando la cantidad de paredes celulares. A los 60 días la cantidad de PC fue de 13.8% y la producción de materia seca de 14 Ton/ha. Se puede concluir que *Pennisetum purpureum* posee un valor nutritivo superior al observado en la mayoría de los pastos tropicales; y que ésta se afecta negativamente a medida que avanza la madurez de la planta.

Palabras claves: Maralfalfa, Composición química, producción de biomasa.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the chemical composition and forage production of *Pennisetum purpureum* (maralfalfa) in the rainy season at different stages of maturity, the sowing density of pasture was established at three tons per hectare. Samples at 30, 60, 90 and 120 days were taken of 10 sites, each one of a linear meter. At each stage of maturity of grass was measured: height to the last knot, height to the tip of the leaf, number of leaves, kilograms of biomass, and estimate yield in tons per hectare. Analysis of dry matter, crude protein (CP), ash and fractions fiber (NDF and ADF), were determined. All agronomic variables were greater at 120 days; increasing time regrowth was decreasing the amount of crude protein and increasing the amount of cell walls. At 60 days the amount of CP was 13.8% and 14 tons / ha of dry matter production. It can be concluded that *Pennisetum purpureum* has a higher nutritional value than observed in most tropical

grasses; and that it is adversely affected as the plant maturity progresses.

Keywords: Maralfalfa grass, nutritional value, biomass production

INTRODUCCIÓN

En México, la región tropical comprende aproximadamente 56 millones de hectáreas (28 % del territorio nacional; el 75 % de dicha superficie se dedica a la ganadería, constituida en un 50% de agostaderos y praderas nativas, 25% de praderas inducidas y el resto son praderas introducidas; sin embargo, el índice de productividad de carne y leche de los países tropicales es bajo, con valores de 35 y 16% respectivamente. Esta baja productividad, aunada a la competitiva producción que actualmente existe en el sector agropecuario, obliga a los productores a realizar un uso eficiente de los recursos naturales que poseen (Calzada et al, 2014). Lo anterior implica incrementar la producción y rentabilidad de dichos sistemas por unidad de área, por medio del aumento de la productividad, acción conocida como intensificación del proceso productivo (Correa, 2006). Los investigadores y nutriólogos en animales siempre están buscando alternativas y mejorando esta fuente de alimentación, así es como en base a cruzamientos, de diferentes especies, tanto gramíneas como leguminosas se obtuvo el llamado Pasto Maralfalfa (Guamanquispe, 2012). El cual se originó de acuerdo con Clavero y Razz (2009) del *Pennisetum purpureum* X *Pennisetum glaucum*.

La Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) es un pasto de gran adaptabilidad, crece bien desde el nivel del mar hasta los 3000 metros y posee un contenido de proteína de alrededor del 16%, lo que lo convierte en un alimento prometedor para los rumiantes sobre todo en el trópico, donde la carencia de pastos de alto valor nutritivo a impedido la maximización de la producción manteniendo a los ganaderos en una continua búsqueda de nuevas alternativas de alimentación para su ganado (Sosa et al. 2006); así mismo es un pasto perenne con alta productividad, sus raíces son fibrosas y adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas, mismas que conforman el tallo superficial, el cual está compuesto por entrenudos, delimitados entre sí, por nudos. Los entrenudos en la base del tallo son muy cortos, mientras que los de la parte superior del tallo son más largos y no poseen vellosidades (Cruz 2008). Aunque la calidad nutricional del pasto maralfalfa ha sido descrita por diversos autores, mostrando que la calidad nutricional de este pasto cambia con la edad de corte, se hace necesario incrementar la información sobre dicha forrajera, por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición química y producción de forraje del *Pennisetum purpureum* en época de lluvias en diferentes estados de madurez.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UAMVZ) de la Universidad Autónoma de Nayarit, localizada en el kilómetro 3.5 de la carretera de cuota Compostela – Chapalilla entre los 21° 17'46'' de latitud norte y los 104° 54' de latitud oeste, a 880 msnm, con clima caracterizado como semicálido-húmedo con una temperatura media anual de 22°C y una precipitación pluvial media de 1,000 mm (Pérez et al., 1980). El experimento se inicio en el mes de julio de 2013, en una superficie de 2,500 m² con tres pasos de rastra, con una distancia de 90 cm entre surcos, se colocaron trozos de material vegetativo (cañas) en forma continua a una profundidad de 25 cm y cubriendo con una capa de suelo de 3 a 4

cm en forma mecánica, con ayuda de una cultivadora. La densidad de siembra fue de tres toneladas por hectárea. Después del establecimiento, se obtuvieron muestras aleatorias a los 30, 60, 90 y 120 días de 10 sitios, siendo cada sitio de un metro lineal. En cada estado de madurez del pasto se midió: altura al último nudo, altura a la punta de la hoja, número de hojas, kilogramos de biomasa para estimar el rendimiento en toneladas por hectárea, los datos se analizaron con un diseño de bloques completos al azar, y la diferencia entre medias se realizó con la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Para el análisis de químico del pasto se consideró una muestra compuesta de los 10 sitios muestreados, de cada uno de los períodos (estado de madurez), las muestras fueron pesadas y molidas en un molino de martillo para sus análisis posteriores que se realizaron en el laboratorio de Bromatología de la UAMVZ.

Los análisis realizados fueron: humedad (método 930.04), proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl ($N \times 6.25$) (método 955.04), y Cenizas (C) (por calcinación a 550°C) (método 930.05), de acuerdo con los métodos establecidos por la A.O.A.C. (1990). Las fracciones de fibra se analizaron de acuerdo con el método de Goering y Van Soest (1970). Los análisis se hicieron por triplicado, los datos se analizaron en un diseño de análisis de varianza completamente al azar, y la diferencia entre medias se realizó con la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan las variables agronómicas: Producción de biomasa, altura de planta, número de nudos y hojas de maralfalfa a diferentes tiempos de corte durante época de lluvias. Todas las variables estudiadas fueron mayores a los 120 días como se puede observar; sin embargo, también al aumentar el tiempo de corte fue disminuyendo la cantidad de proteína cruda y aumentando la cantidad de paredes celulares (Cuadro 2), lo cual coincide con Clavero y Razz (2009), quienes evaluaron la planta a las 3, 6 y 9 semanas. Los valores de PC mencionados por esos autores fueron menores a los de este trabajo siendo de 14.8, 10.8 y 7.8 respectivamente. Por su parte Correa (2006) encontró valores superiores de PC a los 56 y 105 días de rebrote, los cuales fueron de 22 y 12% respectivamente y menores a los de este trabajo en paredes celulares.

Al tratarse de un pasto de alto rendimiento, la maralfalfa permite incrementar la producción de biomasa por hectárea; a los 60 días prácticamente duplicó la cantidad de materia seca con relación a los 30 días de rebrote, y a pesar de que a los 160 días la cantidad de biomasa se incrementó a 33.5 Ton de MS/ha, la calidad nutricional disminuyó significativamente. Por lo que sería preferible tener dos cortes a los 60 días y de esta manera poder aumentar la capacidad de carga animal y obtener una mayor rentabilidad, al obtener prácticamente 2 Ton de PC/ha en BS, porque aunque a los 120 días la cantidad de proteína cruda producida por ha, es igual a la de los 60 días, la cantidad de paredes celulares aumentó significativamente (Cuadro 3). En este sentido el adecuado manejo del pasto, involucra aspectos tales como la edad de rebrote, la cual está íntimamente ligada a la relación hoja:tallo que presenta el material ofrecido a los animales y que va a definir en gran parte el aprovechamiento que se puede lograr del material disponible, ya que como se mencionó a medida que avanza la edad del rebrote, disminuye la calidad nutricional del pasto. Por otra parte, al tratarse de un forraje de corte de alto potencial para la producción de biomasa, este pasto extrae grandes cantidades de nutrientes exigiendo, en la misma medida, programas de fertilización que garanticen

la permanencia del cultivo en el tiempo sin poner en riesgo la fertilidad del suelo (Correa,2006).

Cuadro 1. Variables agronómicas de maralfalfa a diferentes tiempos de corte durante época de lluvias.

Días de corte	Número de nudos	Número de hojas	Altura al último nudo (m)	Altura a la punta de hoja (m)	Ton/ha (materia fresca)	kg/ha (materia seca)
30	4.24±1 ^c	8.92±1 ^c	0.49±1.42 ^d	2.09±0.17 ^c	90.243 ^d	8,781 ^d
60	9.92±1 ^b	12.44±1 ^b	1.64±1.3 ^c	3.25±0.14 ^b	147.186 ^c	14,321 ^c
90	11.88±3 ^b	17±3 ^a	1.86±0.45 ^b	3.39±0.48 ^b	149.880 ^b	29,961 ^b
120	16.76±5 ^a	18.52±4 ^a	2.51±0.47 ^a	3.98±0.43 ^a	153.180 ^a	33,500 ^a

^{a b c d} Letras diferentes en hileras indican diferencias significativas (P<0.05)

Cuadro 2. Composición química del pasto maralfalfa en la época de lluvias en cuatro periodos de corte.

	PC (%)	Humedad %	MS (%)	Cenizas (%)	MO (%)	FND	FAD
30	16.31±1.2 ^a	90.27±2.3 ^a	9.73±1.7 ^c	15.42±1 ^a	84.58±1.4 ^c	63.42±2.5 ^c	42.00±1.5 ^d
60	13.89±0.99 ^b	81.67±1.5 ^b	18.33±1.8 ^b	11.91±1.3 ^b	88.09±1.2 ^b	68.96±2.2 ^b	47.30±1.4 ^c
90	9.97±1.3 ^c	80.01±1.6 ^b	19.99±1.2 ^b	11.73±1.5 ^b	88.27±1.4 ^b	75.05±2.88 ^a	50.34±1.3 ^b
120	6.21±1 ^d	78.13±1 ^c	21.87±1.4 ^a	8.79±1.2 ^c	91.21±1 ^a	77.60±3.1 ^a	56.24±1.8 ^a

^{a b c d} Letras diferentes en hileras indican diferencias significativas (P<0.05)

PC = proteína cruda; MS = materia seca; MO = materia orgánica; FND = fibra neutro detergente; FAD = Fibra ácido detergente.

Cuadro 3. Producción de materia orgánica, proteína cruda FDN y FDA de maralfalfa en época de lluvias en cuatro periodos de corte.

	30	60	90	120
MO ¹	7,427±150 ^a	12,615±325 ^b	26,446±327 ^c	32,380±436 ^d
PC ¹	1,432±174 ^c	1,989±198 ^b	2,987±226 ^a	2,205±215 ^b
FND ¹	5,569±106 ^d	9,876±126 ^c	22,487±182 ^b	27,548±175 ^a
FAD ¹	3,688±53 ^d	6,774±84 ^c	15,073±126 ^b	19,965±144 ^a

^{a b c d} Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas (P<0.05)

kg * ha⁻¹ en MS

CONCLUSIONES

Con la información obtenida en este trabajo se puede concluir que *Pennisetum purpureum* posee un valor nutritivo superior al observado en la mayoría de los pastos tropicales; así mismo se confirma que la calidad de la maralfalfa es afectada negativamente a medida que avanza la madurez de la planta. Por lo que se puede sugerir que puede ser cosechado alrededor de los 60 días de crecimiento con la finalidad de optimizar su valor nutritivo y productividad.

LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis, 13th ed. Association of official analytical chemists, Arlington, VA.
- Calzada MJM, Quiroz EJM, Hernández GA, Jiménez OE, Mendoza PS. 2014. Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en clima cálido subhúmedo. Rev Mex Cienc Pec 5(2):247-260.
- Clavero T y Razz R. 2009. Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. Rev. Fac. Agron. (LUZ)., 26: 78-87.
- Correa CHJ. 2006. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote. Livestock Research for Rural Development. 18 (6). En línea. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/6/corr18084.htm>
- Cruz PDA. 2008. Evaluación del potencial forrajero del pasto maralfalfa *Pennisetum violaceum* con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fósforo con una base estándar de potasio. Tesis de licenciatura de ingeniero zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador.
- Goering HK and Van Soest PJ. 1970. Forage Fiber Analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). United States Department of Agriculture. Agriculture handbook no. 379. Agricultural Research Service, Washington, D.C. USA.
- Guamanquispe BME. 2012. Evaluación de la productividad del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp), mediante dos tipos de multiplicación asexual y dos abonos orgánicos en Cunchibamba, provincia de Tungurahua. Tesis de licenciatura de ingeniero agrónomo. Universidad estatal de Bolívar facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente. Escuela de Ingeniería Agronómica. Guaranda, Ecuador.
- Pérez G.; Nuños C. y Padilla A. 1980. Marco de referencia regional. Publicación especial No. 1. Campo Experimental Santiago Ixcuintla- CIAPAN-Inst. Nac. de Invest. Forestal. Agric. y Pes. (INIFAP): 15-16.
- Sosa D, Larco C, Falconí R, Toledo D y SuárezG. 2006. Digestibilidad de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en cabras. Bol. Téc. 6, Ser. Zool. 2: 68-76.

033 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS TROPICALES

NUTRITIVE COMPOSITION OF TROPICAL SHRUB LEGUMES

Montero-Lagunes Maribel¹, Juárez-Lagunes Francisco Indalecio², Enríquez-Quiroz Javier Francisco¹, Cab-Jiménez Francisco Enrique¹, Canudas-Lara Eduardo Guillermo².

¹INIFAP. CE. La Posta. Paso del Toro, Ver. Km 22.5 carretera federal Veracruz-Córdoba, México. montero.maribel@inifap.gob.mx

²UV. FMVZ. Miguel Ángel de Quevedo S/N esq. Yáñez. Col. Unidad Veracruzana. C.P.91710, Veracruz, Ver. México. fjuarez@uv.mx

Proyecto parcialmente apoyado por SAGARPA-CONACYT 2010-144591.

RESUMEN

El objetivo fue conocer las características nutricionales de tres leguminosas arbustivas tropicales de acuerdo al CNCPS. La localización del estudio fue 19° 02' N y 96° 08' O. Se establecieron 3 parcelas (3 x 5 m) por especie. *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Cratylia argentea*. Se tomaron muestras cada 45 días de rebrote durante un año. Se determinó contenido de materia seca, cenizas, grasa cruda, FDN, FDA, Lignina y fracciones de nitrógeno. Con esta información se estimaron las fracciones de carbohidratos y de proteínas de acuerdo al CNCPS. El diseño experimental fue Bloques completos al azar. El 65% ± 0.76 de la MS en las leguminosas son carbohidratos, repartidos en una relación 50:50 en carbohidratos no fibrosos (CNF) y carbohidratos fibrosos, en *Leucaena* y *Gliricidia*. En *Cratylia*, la relación fue 40:60. Los CNF son los de mayor calidad por su completa disponibilidad en el rumen. El contenido de PC (%MS) es de 24 ± 0.62. Siendo la relación proteína verdadera (PV): nitrógeno no protéico de casi 80:20. En estos forrajes, la fracción más importante de la PV es la proteína soluble en rumen. Dado que esta fracción es completamente disponible, indica que la calidad de la proteína es alta. En *Cratylia*, el contenido de PV soluble (%MS) fue inferior (9.4^b) en comparación con *Leucaena* (12.3^a) y *Gliricidia* (13.0^a) ± 0.51. Se concluye que las leguminosas arbustivas tropicales son fuentes importantes de carbohidratos y proteína solubles en rumen para bovinos. *Leucaena* y *Gliricidia* son mejor fuente de estos nutrimentos que *Cratylia*.

Palabras clave: leguminosas arbustivas, composición nutricional, CNCPS, rumiantes.

ABSTRACT

The aim was to know the nutritive composition of three tropical shrub legumes using the CNCPS methodology. The study was located at 19° 02' N and 96° 08' W. Three (3 x 5 m) experimental plots by legume specie were established. *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* and *Cratylia argentea*. Samples were taken every 45 days of regrowth during one year. Lab determinations were dry matter, ash, ether extract, NDF, ADF, lignin and nitrogen fractions. With these values, carbohydrate and protein fractions were estimated using the CNCPS equations. For statistical analysis a Complete Random

Block Design was performed. In legumes, $65 \pm 0.76\%$ of the DM are carbohydrates. In *Leucaena* and *Gliricidia* these carbohydrates are partitioned in a 50:50 ratio of non fiber carbohydrates (NFC) and fiber carbohydrates. In *Cratylia* the ratio was 40:60. The NFC fraction is of higher nutritive quality due to complete availability in rumen. The CP (%DM) content is 24 ± 0.62 , being the true protein (TP): non protein nitrogen ratio almost 80:20. In these legumes, the most important fraction of the TP is the soluble protein in the rumen. Given that this fraction is completely available in rumen, their quality is high. The *Cratylia*'s true soluble protein (%DM) was lower (9.4^b) compared with *Leucaena* (12.3^a) and *Gliricidia* (13.0^a) ± 0.51 . We conclude that tropical shrub legumes are important source of carbohydrates and proteins soluble in the rumen for cattle. *Leucaena* and *Gliricidia* are better source of these nutrients than *Cratylia*.

Key words: Shrub legumes, nutritive composition, CNCPS, ruminants.

INTRODUCCIÓN

El principal cambio en los protocolos de análisis bromatológico de forrajes está en el fraccionamiento de los dos nutrientes principales contenidos en las plantas: la proteína y los carbohidratos, para tener una interpretación de mayor significancia biológica en los modelos de simulación del metabolismo animal. Mientras las técnicas de laboratorio para fraccionamiento de carbohidratos fueron estandarizadas hace más de 35 años (Pitchard y Van Soest, 1977), el fraccionamiento de proteína, solo se estableció a partir de 1996 (Licitra *et al*, 1996), mediante la separación de los compuestos nitrogenados por solubilización, precipitación y filtrado. El sistema CNCPS (y el NRC), no requiere información sobre todo el fraccionamiento de la proteína para los cálculos de las raciones; sin embargo, es necesario realizar determinaciones de nitrógeno en la pared celular, para establecer las fracciones insolubles e indigestibles del nitrógeno total. La proteína cruda del pasado no nos decía nada acerca de cómo el animal la utilizaba. Las leguminosas tropicales son forrajes proteicos para rumiantes. El objetivo del presente estudio fue el de conocer estas fracciones de carbohidratos y proteínas en leguminosas arbustivas tropicales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio geográficamente se localiza a los $19^{\circ} 10'$ Latitud Norte y $96^{\circ} 10'$ Longitud Oeste, con una altura de 15 msnm. Tiene un clima tropical subhúmedo tipo Aw_1 . La precipitación promedio anual es de 1728 mm con una estación lluviosa de Junio a Noviembre. La temperatura promedio anual es de $25^{\circ}C$. La humedad promedio es de 81%. El suelo está clasificado como Vertisol, con pH ácido de 5.4, con textura arcillosa y con un contenido de materia orgánica, de alrededor del 2.6 %. Se establecieron 3 parcelas (3 x 5 m) por especie. Las especies forrajeras evaluadas fueron: *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Cratylia argentea*. Se tomaron muestras de los forrajes a los 45 días de rebrote durante todo el año. En campo se determinó materia fresca ($kg\ ha^{-1}$), y en el laboratorio se tomaron dos muestras de 500 g c/u: una se secó a $100^{\circ}C$ durante 24 h para determinar contenido de Materia Seca (MS), la otra se secó a $55^{\circ}C$ durante 48 h. Esta última se molió en molino Wiley (Model 4, Thomas Co. Philadelphia, PA) a pasar en malla de 1-mm. Se determinó contenido de MS, Cenizas (CEN), Grasa Cruda (GC) y Proteína Cruda (PC) (AOAC, 1990); las Fracciones de Fibra: Fibra Detergente Neutro

(FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA) y Lignina (Van Soest *et al.*, 1991) y las Fracciones de Nitrógeno por el método estandarizado por (Licitra *et al.*, 1996). Se alimentó la plataforma de CNCPS con la composición química para estimar las fracciones de carbohidratos y las fracciones de proteínas. Los Carbohidratos Totales (CHOs) se fraccionaron de acuerdo al esquema de Lanzas *et al.* (2007^a) que sigue el esquema original de fraccionamiento de CHOs del CNCPS (Sniffen *et al.*, 1992). El CNCPS fracciona el N en 5 fracciones basado en solubilidad (Lanzas *et al.*, 2007^b). El diseño experimental fue Bloques completos al azar y tres repeticiones por tratamiento; donde el tratamiento es la especie de leguminosa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta la composición química de las leguminosas arbustivas tropicales evaluadas. Los promedios determinados en este estudio son congruentes con lo reportado por Sánchez *et al.* (2007) para *Leucaena*; García y Medina (2006) para *Gliricidia*; y Suárez *et al.* (2008) para *Cratylia*. Por lo tanto se considera que la información del presente estudio representa a las especies evaluadas y sirvió de base para estimar sus fracciones de carbohidratos y proteínas.

Cuadro 1. Composición química de leguminosas arbustivas tropicales

Fracción química	<i>Leucaena</i>	<i>Gliricidia</i>	<i>Cratylia</i>	Desv. Est.
Cenizas	6.74 ^c	7.38 ^b	8.40 ^a	0.155
Grasa cruda	3.36 ^a	3.54 ^a	2.02 ^b	0.145
FDN	38.34 ^b	37.03 ^b	50.10 ^a	0.664
FDA	25.75 ^b	26.16 ^b	33.43 ^a	0.563
Lignina	11.00 ^b	10.58 ^b	13.31 ^a	0.457
Proteína cruda	25.73 ^a	26.34 ^a	22.11 ^b	0.624
NNP	5.60 ^{ab}	6.97 ^a	4.65 ^b	0.462
PIDN	7.84 ^a	6.40 ^b	8.06 ^a	0.330
PIDA	3.19 ^b	4.29 ^a	2.83 ^b	0.214

FDN=fibra detergente neutro; FDA=fibra detergente ácido; NNP=nitrógeno no proteico; PIDN=proteína insoluble en detergente neutro; PIDA=proteína insoluble en detergente ácido.

Diferente literal por renglón indica diferencia Tukey ($P \leq 0.05$).

Alrededor del 65 por ciento de la MS en las leguminosas son carbohidratos (Cuadro 2). Repartidos en una relación 50:50 en CNF y CF en *Leucaena* y *Gliricidia*. No siendo así en *Cratylia* en donde la relación es 40:60. Tendencias similares encontró Juárez-Lagunes (2004) en una colección de 7 leguminosas cortadas a 45 días de rebrote. Los CNF son los de mayor calidad por su completa disponibilidad en el rumen. De estos, la fracción CB1 es la más importante en leguminosas, quizá por su abundancia en fibra soluble, particularmente pectinas. Mostrándose esta característica en desventaja nuevamente en *Cratylia* ($P \leq 0.05$). Otra característica distintiva de las leguminosas arbustivas tropicales es que la fracción CF se compone principalmente de CC. La contribución de CB2 es la menos importante. A diferencia de las gramíneas en las que esta fracción es la de mayor importancia y variación (Juárez-Lagunes *et al.* 1999).

Cuadro 2. Fracciones de carbohidratos de leguminosas arbustivas tropicales.

%, MS ¹	<i>Leucaena</i>	<i>Gliricidia</i>	<i>Cratylia</i>	Desv. Est.
CHOS	64.17 ^b	62.74 ^b	67.47 ^a	0.758
CNF	33.67 ^a	32.10 ^a	25.43 ^b	0.803
CF	30.50 ^b	30.63 ^b	42.04 ^a	0.699
CA	10.77 ^a	10.27 ^a	8.14 ^b	0.257
CB1	22.90 ^a	21.83 ^a	17.29 ^b	0.546
CB2	4.10 ^b	5.25 ^b	10.10 ^a	1.287
CC	26.40 ^b	25.38 ^b	31.94 ^a	1.097

¹Todas las cantidades están expresadas como por ciento de la materia seca: CHOS = carbohidratos totales; CNF = carbohidratos no fibrosos o solubles; CF = carbohidratos fibrosos o estructurales; CA = fracción A de carbohidratos (azúcares y ácidos orgánicos); CB1 = fracción B1 de carbohidratos (almidón y fibra soluble); CB2 = fracción B2 de carbohidratos (fibra digestible o celulosa y hemicelulosa digestibles); CC = fracción C de carbohidratos (fibra indigestible o celulosa y hemicelulosa asociadas a lignina). Diferente literal por renglón indica diferencia Tukey ($P \leq 0.05$).

El contenido de PC en leguminosas arbustivas tropicales es del 24% en promedio (Cuadro 3). Castillo y Villareal (2002) encontraron el mismo valor para *Gliricidia* y *Leucaena* cortadas a 42 y 56 días en trópico húmedo. La relación PV:NNP es de casi 80:20. En estos forrajes, la fracción más importante de la PV es la NB1+NB2. Dado que esta fracción es completamente disponible en el rumen, indica que la calidad de la proteína es alta. A excepción de la *Cratylia* que los contenidos de PC y de NB1+NB2 fueron inferiores ($P \leq 0.05$) en comparación con *Leucaena* y *Gliricidia*. Holmann y Blake (2004) encontraron que los carbohidratos y proteínas indigestibles de la *Cratylia* afectan crecimiento microbiano en rumen, y por tanto producción de leche.

Cuadro 3. Fracciones de proteína (N x 6.25) de leguminosas arbustivas tropicales.

%, MS ¹	<i>Leucaena</i>	<i>Gliricidia</i>	<i>Cratylia</i>	Desv. Est.
PC	25.73 ^a	26.34 ^a	22.11 ^b	0.624
PV	20.13 ^a	19.38 ^{ab}	17.45 ^b	0.542
NA	5.60 ^{ab}	6.97 ^a	4.65 ^b	0.462
NB1+NB2	12.29 ^a	12.98 ^a	9.39 ^b	0.508
NB3	4.65 ^a	2.11 ^b	5.23 ^a	0.336
NC	3.19 ^b	4.29 ^a	2.83 ^b	0.214

¹Todas las cantidades están expresadas como por ciento de la materia seca: PC = proteína cruda; PV = proteína verdadera, NA = fracción A de proteína (nitrógeno no protéico); NB1+NB2 = Proteína verdadera soluble (RUBISCO principalmente); NB3 = proteína en fibra disponible (extensinas); NC = proteína indigestible (proteína ligada al complejo lignocelulósico). Diferente literal por renglón indica diferencia Tukey ($P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

Se concluye que las leguminosas arbustivas tropicales son fuente importante de carbohidratos no fibrosos y proteína soluble para bovinos. *Leucaena* y *Gliricidia* son mejor fuente de estos nutrimentos que *Cratylia*.

LITERATURA CITADA

AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th. USA. Ed. Arlington. 1990.

Castillo MJL, Villarreal RCA. Evaluación de recursos alimenticios y simulación para la implementación del CNCPS en el trópico. Proyecto especial del Programa Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 2002; 70 p. <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2181/1/T1396.pdf>

García DE, Medina MG. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Tropical* 2006; 24(3):233-250.

Holmann F, Blake RW. Decision tools to overcome nutritional constraints in dual-purpose cattle in agro-silvopastoral systems: Net carbohydrate and protein system model. *In: Feeding systems with forage legumes to intensify dairy production in Latin America and the Caribbean*. Holmann F, and Lascano C. (Eds). CIAT Colombia. 2004. 172pp

Juarez-Lagunes FI, Fox DG, Blake RW, Pell AN. Evaluation of tropical grasses for milk production by dual-purpose cows in tropical Mexico. *J Dairy Sci* 1999; 82:2136- 2145.

Juarez-Lagunes FI. Evaluación Nutricional de Leguminosas Tropicales. 2004. <http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse1/minisite/pdf/3/Evaluaci%C2%A2n%20Nutricional%20de%20Leguminosas%20Tropicales.pdf> .

Lanzas C, Sniffen CJ, Seo S, Tedeschi OL, Fox DG. A revised CNCPS feed carbohydrate fractionation scheme for formulating rations for ruminants. *Anim Feed Sci Tech* 2007^a; 136:167-190.

Lanzas C, Tedeschi OL, Seo S, Fox DG. Evaluation of protein fractionation systems used in formulating rations for dairy cattle. *J Dairy Sci* 2007^b; 90:507-521.

Licitra G, Hernández MT, Van Soest PJ. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. *Anim Feed Sci Technol* 1996; 57:347-358.

Pichard G, Van Soest PJ. Protein solubility of ruminant feeds. *Proc Cornell Nutr Conf, Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, NY*.1977:p. 91-98.

Sánchez A, González CJ, Faria MJ. Evolución comparada de la composición química con la edad al corte en las especies *Leucaena leucocephala* y *L. trichodes*. *Zootecnia Tropical* 2007; 25(3):233-236.

Sniffen CJ, O'Connor JD, Van Soest PJ, Fox DG, Russell JB. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *J Anim Sci* 1992; 70:3562.

Suárez SJC, Carulla JE, Velásquez JE. Composición química y digestibilidad *in vitro* de algunas especies arbóreas establecidas en el piedemonte Amazónico. *Zootecnia Trop* 2008; 26(3):231-234.

Van Soest PJ, Mason VC. The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. *Anim Feed Sci Technol* 1991; 32:45-53.

034 EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA Y NUTRICIONAL DEL CHAMIZO (*Atriplex canescens*) EN REGIONES SEMIÁRIDAS DE ZACATECAS DURANTE TRES ESTACIONES DEL AÑO

NUTRITIONAL Y BROMATOLOGICAL EVALUATION OF SALTBUSH (*Atriplex canescens*) IN SEMI-ARID REGIONS OF ZACATECAS DURING THREE SEASONS OF THE YEAR

García-Cervantes D.¹, Gutiérrez-Bañuelos H.^{1*}, Quero-Carrillo A. R.², Rodríguez-Tenorio D.¹, Muro-Reyes A.¹, Gutiérrez-Piña F. J.¹, Espinoza-Canales A.¹, Sánchez-Gutiérrez R. A.³

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. 98500.

²Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

³Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, 98500 Calera de V.R. Zacatecas, México.

*Autor de correspondencia: email. gtzbahector@hotmail.com Laboratorio de Metabolismo Animal y Fisiología Ruminal. UAMVZ-UAZ. Cuerpo Académico de Producción Animal UAZ-CAPA-107.

RESUMEN

Los agostaderos en las regiones semiáridas han sido afectados por el sobrepastoreo y la sequía recurrente. La caracterización bromatológica y nutricional de fuentes forrajeras nativas presentes en los pastizales permitirá establecer mejores estrategias de suplementación del ganado. El objetivo de ésta investigación fue caracterizar bromatológica y nutricionalmente el chamizo (*Atriplex canescens*) durante 3 estaciones del año (otoño, invierno y primavera). La toma de muestras se realizó en cada estación del año y comprendió 40 muestreos aleatorios por estación (120 en total) en una superficie de 20 ha en la región semiárida de Zacatecas. Los resultados mostraron que en el otoño, la PC es mayor ($P < 0.05$) promediando 15.9% en comparación con el invierno y primavera que promediaron 9 %. Se observa un incremento ($P < 0.05$) en FND y FAD a través de otoño, primavera y verano, lo que disminuyó proporcionalmente las energías disponibles por el chamizo en el transcurso de éstas estaciones. Así mismo la digestibilidad del chamizo disminuyó promediando 70, 53 y 46 % y la ingestión esperada (%BW) siendo 2.7, 2.5 y 2.1, específicamente para otoño, invierno y primavera. Se concluye que el valor nutricional del chamizo disminuye en cuanto se acentúa el periodo de estiaje, pero representa una alternativa para el mantenimiento y moderadas tasas de ganancia en el ganado.

Palabras clave: *Atriplex canescens*, chamizo, análisis bromatológico, perfil nutricional, zonas semiáridas.

ABSTRACT

Rangeland in semiarid regions have been affected by recurrent drought and overgrazing. Bromatological and nutritional characterization of native forage sources in pastures will establish better strategies for cattle supplementation. The main objective of this study was to characterize nutritionally the saltbush (*Atriplex canescens*) during 3 seasons (fall, winter, and spring). Sampling was conducted in each season and we realized 40 random samples per season (120 in total) in an area of 20 ha located at the semiarid region of Zacatecas. Results showed that in the fall, CP is higher ($P < 0.05$) averaging 15.9% compared to winter and spring that averaged 9%. An increased ($P < 0.05$) NDF and ADF through autumn, spring and summer was observed, which decreased proportionally the energies available for saltbush during these seasons. Also saltbush decreased digestibility averaging 70, 53 and 46% and the expected DMI (% BW) being 2.7, 2.5 and 2.1, specifically for fall, winter and spring. It was concluded that the nutritional value of saltbush decreases as the dry season increases, but represents an alternative for maintenance and moderate rates of gain in cattle.

Key words: *Atriplex canescens*, saltbush, bromatologic analysis, nutritional profile, semiarid regions.

INTRODUCCIÓN

El chamizo es un arbusto nativo del centro y norte de México, que tiene un buen desarrollo en las zonas áridas y semiáridas, es consumida por los rumiantes ya que tiene un valor nutricional, palatabilidad y es accesible para el ramoneo. Su principal característica es que permanece verde durante todo el año, en promedio contiene de un 13 a 16 % de proteína cruda, por tal razón se utiliza como complemento proteico. En cuanto a rendimiento acumula de 4.2 a 9.5 toneladas por hectárea de materia verde y de 1.3 a 3.1 en materia seca (INIFAP, 2003; Gutiérrez *et al.*, 2012; USDA, 2010). Las zonas semiáridas de México se caracterizan por una frecuente deficiencia de forraje, como resultado de la poca cantidad y errática distribución de las lluvias, aunado a la mala condición en la que se encuentran la mayoría de los agostaderos por sobrepastoreo. La base para mantener una ganadería exitosa es asegurar el abasto de forraje para el ganado durante todo el año (CNZA, 1994). Las alternativas de producción para una región determinada, muchas veces se encuentran en el manejo adecuado de la vegetación o en la domesticación de especies adaptadas a las condiciones ecológicas de la región. A este respecto, *Atriplex canescens* es una especie que tiene una fuerte resistencia a la sequía y tolerancia a suelos con problemas de salinidad (INIFAP, S.L.P.2007). En los agostaderos áridos y semiáridos el chamizo permanece verde y presenta un valor nutritivo alto durante todo el año, aunque los autores no especifican los valores (Romero-Paredes y Ramírez, 2003). El

objetivo de este trabajo fue caracterizar nutricionalmente al chamizo (*Atriplex canescens*) en regiones semiáridas de Zacatecas durante 3 estaciones del año que fueron otoño, invierno y primavera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental

El experimento se realizó en un predio ubicado en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas a 23° 36' 23.26'' N y 102° 10' 25.49 O, con una elevación sobre el nivel del mar de 2013 m. En un potrero de 20 h, se procedió a muestrear aleatoriamente Chamizo (*Atriplex canescens*). Los muestreos se realizaron en otoño (18 de octubre del año 2012), invierno (18 de enero) y primavera (el 25 de abril del 2013), 40 muestreos por estación del año para un total de 120.

Caracterización bromatológica y nutricional

Las muestras se deshidrataron a 60°C durante 48h y se molieron en un molino con una criba de 1mm. A las muestras se les determinó la cantidad de cenizas (Ash) incinerando las muestras a 550°C por 4 h, y por diferencia entre la materia seca (MS) y la ceniza se obtuvo la materia orgánica (MO). Las Fibras Neutro (FND) y Ácido detergentes (FAD) fueron analizadas de forma secuencial mediante el Ankom200 (Ankom Technology). La hemicelulosa (HEM) fue obtenida entre la diferencia de FND y FAD. La proteína cruda (PC) fue obtenida mediante la determinación del N total por análisis de combustión (Leco FP-428, Leco Corporation, St. Joseph, MI) y multiplicado por el factor de corrección 6.25. Los cálculos de energía fueron realizados mediante las ecuaciones donde la energía neta de lactancia (ENI) y la energía neta de mantenimiento (ENm) fueron calculadas usando la ecuación $1.037 - 0.0124 * FAD$ y la energía neta de ganancia (ENg) como $(2.54 - (2.42 / (ENm * 2.2))) / 2.2$. Los nutrientes digestibles totales fueron obtenidos mediante $8 + 86 * ENI$. El consumo en materia seca en base al porcentaje de peso corporal (DMI, % BW) fue calculado como $120 / (\%NDF)$. La digestibilidad de la materia seca (DDM, %DM) fue determinada como $88.9 - .779 * (FAD)$, y el valor relativo del forraje (RFV) se calculó como $DMI * DDM / 1.29$ (Moore and Undersander, 2002).

Análisis estadístico

Asumiendo un diseño completamente al azar, se realizó la comparación de medias de todas las variables utilizando como efecto principal estación del año (otoño vs invierno vs primavera), utilizándose Tukey ($P < 0.05$) como prueba de poder para asumir diferencias, mediante el PROC MIXED de SAS (v 9.01).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se muestran en el Cuadro 1. La PC (%) inicia alta en el otoño (16%; $P < 0.05$) pero disminuye en invierno y primavera (9%). Sin embargo, los requerimientos de proteína para mantenimiento del ganado varían entre el 7 y el 8% (Van Soest, 1991), por lo que el chamizo representa una buena fuente de proteína para mantenimiento y tasas moderadas de ganancia. Así mismo los valores de fibras empiezan bajos en el otoño pero se incrementan notoriamente conforme se acentúa la época de sequía (invierno y primavera), lo que se ve reflejado en una disminución drástica en la energía disponible para el ganado conforme transcurre la sequía. Sin embargo los requerimientos de ENm (Mcal/kg) permanecen adecuados pudiendo aportar el mantenimiento de los animales (NRC, 2000). Abu-Zanat *et al.*, (2004) recomienda establecer el chamizo para proveer forraje al ganado, y además concluyen que si al establecimiento del arbusto se le proporciona moderadas cantidades de agua, éste puede incrementar drásticamente la biomasa producida y la eficiencia en el uso del agua.

Cuadro 1. Caracterización bromatológica, nutricional y forrajera de chamizo (*Atriplex canescens*) durante tres épocas del año.

Variable	Otoño	Invierno	Primavera	P=	EEM
MS, %	76.0a	52.2b	53.5b	<0.001	3.98
Cenizas, %	16.3a	15.6a	12.8b	0.009	1.12
MO, %	83.7a	84.4a	87.2b	0.009	1.12
FND, %BS	45.5a	51.6b	57.1c	<0.001	2.28
FAD, %BS	24.8a	45.7b	55.6c	<0.001	3.02
HEM, %BS	20.7a	5.9b	1.5c	<0.001	1.78
PC, %BS	15.9a	9.0b	9.0b	<0.001	0.73
ENI, ENm, Mcal/kg	0.73a	0.47b	0.35c	<0.001	0.04
ENg, Mcal/kg	0.46a	-0.11b	-0.33c	<0.001	0.08
NDT, %MS	70.7a	48.5b	37.9c	<0.001	3.23
DMI, % BW	2.7a	2.5b	2.1c	0.02	0.18
DDM, %MS	69.5a	53.3b	45.6c	<0.001	2.36
VRF	143.3a	113.2b	76.2c	<0.001	13.8

^{abc}Valores con diferente literal en cada variable difieren usando como prueba de poder Tukey ($P < 0.05$).

CONCLUSIONES

El valor nutricional del chamizo se reduce en cuanto se acentúa el periodo de estiaje, disminuyendo paulatinamente de otoño (valores más altos), invierno y primavera (valores más bajos). No obstante, los valores nutricionales representan suficiente cantidad de energía y proteína para el mantenimiento, y en otoño se pudieran obtener moderadas tasas de ganancia.

LITERATURA CITADA

- Abu-Zanat MW, Ruyle GB, ABdel-Hamid NF. Increasing range production from fodder shrubs in low rainfall areas. *J. of Arid Envir* 59 (2004): 205-216.
- Comisión Nacional de las Zonas Áridas, Instituto Nacional de Ecología. Cultivo Alternativo para las Zonas Áridas y Semiáridas de México. 1994
- Gutiérrez, L. R., Rodríguez, T. D., Martínez, T. G., Aguirre, C. C. E., y Sánchez, G. R. A. 2012. Bancos de Proteína para Rumiantes en el Semiárido Mexicano. Folleto Técnico Número 47. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 32 Páginas.
- INIFAP. Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. CIRNOC. Campo Experimental La Campana. Manual de Plantas Forrajeras. 2003. Folleto Técnico No. 8. Chihuahua, Chih. México.
- Instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias, campo experimental San Luis Potosí. Tecnología de producción de engordacabra, opción forrajera para sitios con problemas de sales en la zona media de San Luis Potosí. Tecnología no. 46.
- Loredo OC, Beltrán LS, Villanueva DJ. 1993. *Atriplex canescens*: una alternativa para tierras marginales en la zona semiárida de San Luis Potosí. Folleto Técnico No. 6. Campo Experimental Palma de la Cruz (San Luis), CIRNE, INIFAP. 17 p.
- Moore JE and Undersander J. Relative Forage Quality: An alternative to Relative Feed Value and Quality Index. *Proceeding 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, 2002. pp 16-32.
- NRC. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th edition. 2000. NAP.
- Romero-Paredes RJI, Ramírez LRG. 2003. *Atriplex canescens* (Pursh Nutt) como fuente de alimento para las zonas áridas. *Ciencia UANL*; VI(1):85-92.
- USDA. 2010. United States Department of Agriculture. Fourwing Saltbush (*Atriplex Canescens* Pursh Nutt.) USDA-NRC. Plant Guide.
- Van Soest. *Ruminant Nutrition*. 2nd Edition. 1991. Cornell University.

035 ESTATUS MINERAL DE SUELO Y FORRAJE DE ZONAS DE PASTOREO DE GANADO DE CARNE DEL NORTE DE NAYARIT

MINERAL STATUS OF SOIL AND FORAGE OF GRAZING BEEF CATTLE IN NORTHERN NAYARIT

J. Vidal Rubio Ceja¹, José Francisco Villanueva Avalos¹ y Jesús Alberto Cárdenas Sánchez¹

¹INIFAP - Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Km. 6 Entronque Carr. Internacional México-Nogales. Apdo. Postal 100. Santiago Ixcuintla, Nayarit C.P. 63300. rubio.vidal@inifap.gob.mx

RESUMEN

Con el propósito de determinar la concentración mineral en los suelos y forrajes consumidos por el ganado en pastoreo de la zona norte del Estado de Nayarit, para lo cual se condujo el presente estudio, se seleccionaron al azar 48 predios ganaderos característicos de la región norte, donde se colectaron 201 muestras, de las que 96 correspondieron a suelo y 105 de forrajes (gramíneas introducidas y nativas, leguminosas rastreras, esquilmos agrícolas, árboles y hierbas). Se realizaron en laboratorio 1,284 determinaciones de concentración mineral (correspondiendo 864 a suelo y 420 a forrajes). La información obtenida se clasificó por tipo de muestra (suelo y forraje) y su interpretación fue de tipo comparativa entre lo encontrado en campo y lo reportado como normal por la literatura especializada. Los resultados indican deficiencias de Ca, Cu y Zn en suelos y de P y Fe en forrajes. De acuerdo a las muestras analizadas, se concluye que existen desbalances minerales en la región norte del estado de Nayarit, lo cual confirma la importancia de éste tipo de diagnósticos para la corrección de deficiencias minerales mediante el establecimiento de programas de complementación mineral acordes a cada tipo de explotación.

Palabras clave: minerales, nutrición, agostaderos, bovinos.

ABSTRACT

In order to determine the mineral content in soil and forage consumed by grazing livestock, this study was conducted in the northern state of Nayarit. For this, 48 cattle farms characteristic of the region were randomly selected, where 201 samples were collected, of which 96 correspond to the soil and 105 forage samples (introduced and native grasses, legumes, agricultural wastes, trees, and forbs). 1,284 mineral concentration determinations were performed laboratory (corresponding to 864 and 420 to soil and forage, respectively). The information obtained was classified by type of sample (soil and forage) and comparative interpretation was done between the field results and those reported as normal by the literature. The results indicated deficiencies of Ca, Cu, and Zn in soil and P and Fe in forages samples. According to the samples analysis, it is concluded that there are mineral imbalances in the northern region of Nayarit, which confirms the importance of this type of diagnosis to correct mineral deficiencies by establishing mineral supplementation programs according to each type cattle farm.

Key words: Minerals, Nutrition, Rangeland, Cattle.

INTRODUCCIÓN

La ganadería es una de las principales fuentes de ingresos para las familias rurales. En México, esta actividad se desarrolla aproximadamente en el 62.5% del territorio nacional, donde se genera el 40% de la carne y el 19.5% de la leche consumidas en el país; sin embargo, solo aporta el 8% del PIB (SAGARPA, 2011). En su gran mayoría, ésta actividad se realiza en condiciones de libre pastoreo en ecosistemas nativos, donde la base de la alimentación es el forraje, sin embargo, en condiciones tropicales, estos forrajes no cubren los requerimientos nutricionales del ganado, especialmente cuando se trata de minerales, cuyas necesidades varían en cada etapa productiva del animal. En estas regiones, es muy común observar bajos índices productivos del ganado en pastoreo, lo que se ha atribuido en gran medida a las deficiencias minerales en los forrajes y en el mismo ganado (McDowell 2005).

La identificación y conocimiento de los requerimientos nutricionales del ganado en sus diferentes etapas productivas ha permitido determinar las deficiencias nutricionales que restringen la producción animal y que constituyen un factor predisponente para una alta incidencia de problemas metabólicos. Para alcanzar la rentabilidad y sustentabilidad en la actividad ganadera, es importante que los animales cubran sus requerimientos nutricionales, incluyendo los requerimientos de la flora ruminal. De acuerdo a lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar la concentración mineral en suelo, forrajes, plasma, hígado y hueso en diferentes áreas de la región norte del Estado de Nayarit.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se condujo en la zona norte del Estado de Nayarit, la cual comprende la región serrana, la planicie costera y la zona mixta o de transición. El área de estudio comprendió cinco municipios con actividad ganadera importante, misma que representa el 14% del territorio estatal y donde se desarrolla aproximadamente el 40% de la ganadería productora de carne de Nayarit (INEGI 2007).

De acuerdo a la distribución de las explotaciones ganaderas, se ubicaron 55 ranchos, de los cuales se seleccionaron al azar 48 sitios de muestreo, considerando aquellos con manejo similar del ganado, y bajo la condición de que en los últimos seis meses no se hubiese ofrecido ningún tipo de complemento mineral. Las muestras de suelo y forraje, se colectaron directamente en los predios ganaderos.

Las colectas se realizaron de acuerdo al método de muestreo sugerido por Fick *et al.* (1979). El suelo fue colectado mediante diez muestras de 500 g en perforaciones de 30/20 cm (diámetro/profundidad); éstas se mezclaron entre sí para obtener una alícuota de 500 g por predio. La alícuota fue secada a temperatura ambiente hasta peso constante, se depositó en bolsas de papel debidamente identificada con fecha de colecta, nombre del predio, localidad, productor, entre otros datos. Las muestras de forraje fueron cortadas a mano una vez que se observó al ganado adulto consumiéndolas durante 30 min (Wayne 1964). Todas las muestras se colocaron en bolsas de papel debidamente identificadas, se secaron en estufa de lámparas a 55°C hasta peso constante, posteriormente fueron individualmente molidas en un molino Willy con una criba de 2 mm de diámetro. Una alícuota por potrero o sitio se obtuvo mediante la mezcla de las muestras obtenidas.

Los minerales estudiados en suelo fueron Ca, P, Mn, Mg, Fe, Cu, K, Zn y Na, mientras que en forraje se analizaron fueron 5 (P, Ca, K y Mg). Las determinaciones químicas se realizaron mediante la metodología sugerida por Fick *et al.* (1979). El P

se determinó por colorimetría (espectrofotómetro de luz ultravioleta visible), en el resto de los minerales se aplicó la técnica de espectrofotometría de absorción atómica (Olsen y Dean, 1965). El contenido mineral fue analizado por zona agroecológica mediante el siguiente modelo estadístico que incluyó solo el efecto de zona agroecológica, siendo el siguiente: $Y_{ij} = \mu + Z_i + A_j + E_{ij}$. Donde Y_{ij} = concentración de cada uno de los minerales en la i -ésima zona agroecológica, Z_i = efecto de la i -ésima zona agroecológica. Los datos fueron analizados con el procedimiento GLM del SAS y las medias fueron comparadas con la prueba de Tukey (SAS, 1999). Simultáneamente se realizó una comparación de los datos obtenidos con las concentraciones reportadas como normales por la literatura especializada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis estadísticos muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las tres zonas agroecológicas. La concentración mineral en los suelos de pastoreo en las tres zonas agroecológicas presenta bajas concentraciones en el 22% de los minerales. Los minerales deficitarios fueron Cu y Zn. Solo 33% de los elementos minerales se detectaron dentro del rango normal; en cambio, se determinaron altas concentraciones en un 44% de los elementos estudiados, incluso, en algunos se detectaron niveles críticos (Cuadro 1).

La concentración mineral en forrajes se reporta en el cuadro 2, en el cual se observa que la zona sierra presenta diferencias ($P < 0.05$) con relación a la planicie costera y de transición. También se detectó que el 67% de los elementos se encuentran en altas concentraciones, solo el 17% se encontró como normal y el resto está entre bajo y deficiente.

Cuadro 1. Diagnóstico de la concentración mineral en suelo (ppm) por zona agroecológica en el Norte de Nayarit, México.

Mineral	Rango	Zona Agroecológica							
		Serrana	*	Planicie Costera	*	Transición	*	Media	*
Fósforo	48-60	40.36 ^b	B	105.49 ^a	A	64.92 ^b	A	70.257	A
Calcio	1500-5000	1698.08 ^b	N	1889.72 ^a	N	1506.5 ^b	N	1698.100	N
Potasio	81-160	418.75 ^b	AA	425.72 ^{ab}	AA	614.06 ^a	AA	486.177	AA
Magnesio	81-160	422.92 ^a	AA	369.03 ^b	AA	357.81 ^b	AA	383.253	AA
Sodio	300-1500	425.0 ^b	N	555.11 ^{ab}	N	609.38 ^a	N	529.830	N
Cobre	5.0-10.0	2.05 ^a	D	0.96 ^b	D	1.48 ^{ab}	D	1.497	D
Manganeso	40.1-80.0	88.54 ^a	A	57.13 ^c	N	62.01 ^b	N	69.227	N
Hierro	20.1-40.0	48.267 ^b	A	79.25 ^a	A	26.885 ^c	N	51.467	N
Zinc	1.0-1.5	1.233 ^a	N	0.254 ^b	B	0.333 ^b	B	0.607	N

* Criterio para definir status de la concentración mineral: A= Alto; AA= Alto Crítico; B= Baja, D= Deficiente crítico y N= Normal y dentro del rango.

^{abc}: Literal diferente por línea, equivale a diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).

Cuadro 2. Diagnóstico de la concentración mineral en forrajes (% de MS) por zona agroecológica en el Norte de Nayarit, México.

Mineral	Rango	Zona Agroecológica							
		Serrana	*	Planicie Costera	*	Transición	*	Media	*
Fósforo	0.18-0.47	0.097 ^b	D	0.186 ^a	N	0.178 ^a	B	0.154	B
Calcio	0.18-0.60	0.645 ^b	A	1.104 ^a	AA	0.983 ^a	A	0.911	A
Potasio	0.30-0.7	1.397 ^b	AA	1.587 ^b	AA	1.758 ^a	AA	1.581	AA
Magnesio	0.15-0.18	0.170 ^c	N	0.978 ^b	A	1.364 ^a	AA	0.837	A

* Criterio para definir status de la concentración mineral: A= Alto; AA= Alto Crítico; B= Baja, D= Deficiente crítico y N= Normal y dentro del rango.

^{abc} Literal diferente por línea, equivale a diferencia estadística significativa (P<0.05).

CONCLUSIONES

Los resultados confirman lo que muchos autores sugieren, es decir, la toma de decisiones se debe basar en las condiciones particulares de cada región e incluso de cada rancho o unidad de producción.

Los bajos índices productivos de la región pueden estar altamente relacionados con los desbalances detectados.

1. La zona Norte del estado presenta un marcado desbalance en los minerales que el suelo aporta a la dieta y en consecuencia se presentan estos desbalances minerales tanto en los forrajes como potencialmente en los animales.
2. Los elementos más deficientes fueron: Cu en suelos y P en forrajes.

LITERATURA CITADA

- Fick, R.K., R.L. McDowell, H.P. Miles, S.N. Wilkinson, D.J. Funk y H.J. Conrad. 1979. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. 2da. Ed. Dpto. de Ciencia Animal. Universidad de Florida, USA. 358 p.
- INEGI, 2007. Censo Ganadero, Nayarit 2007.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, and H.F. Glen. 1993. Minerals for Grazing Ruminants in Tropical Regions. In: Centre for Tropical Agriculture. 2nd ed. Washington, DC: University of Florida. USA. 547 p.
- McDowell, R. L. 2005. Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales. 4ª ed. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA. 94 p.
- Martínez, C.E. 2004. Diagnóstico y Suplementación mineral de ganado en condiciones tropicales. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 72 p.
- Olsen, S.R. and L.A. Dean. 1965. Phosphorus. In: Black, C.A. Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological properties, Wisconsin. USA. ASA. Agronomy N° 9. 1572 p.
- SAS. SAS/STAT. 1999. User's Guide: Statistics, Cary, NC. USA:SAS Inst. Inc. Statistical Analysis System Institute.
- SAGARPA 2011. www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/Paginas/2011B685.aspx
- Wayne, C.C. 1964. Symposium on nutrition of forages and pastures: Collecting samples for representative of ingested material of grazing animals for nutritional studies. J. Anim. Sci. 23: 265–270.

036 EFECTO DEL FUEGO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE *Melinis repens* (WILLD.) ZIZKA, EN AGUASCALIENTES

EFFECT OF FIRE ON FORAGE PRODUCTION AND QUALITY OF *Melinis repens* (WILLD.) ZIZKA, IN AGUASCALIENTES

Ernesto Flores Ancira¹, León Arturo Lozano García¹, Miguel Luna Luna², José de Jesús Luna Ruiz¹, Antonio de Jesús Meraz Jiménez¹, Abraham Díaz Romo¹, Carlos Haubi Segura¹.

¹Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Agropecuarias. Avenida Universidad No. 940, Col. Ciudad Universitaria, C. P. 20131, Aguascalientes, Ags. México. efancira@gmail.com. ² INIFAP-Campo Experimental Centro Altos Sitio Experimental "Vaquerías". Km 8 Carretera Ojuelos-Lagos de Moreno, Jalisco. lunalm@yahoo.com.mx .

RESÚMEN

En Calvillo, Aguascalientes, México, durante los años 2012 y 2013, se evaluó el efecto del fuego sobre la producción forrajera (materia seca) (g/m^2), así como la calidad nutrimental del zacate rosado en relación a los contenidos de su digestibilidad *in situ* de la materia seca (% DISMS), proteína cruda (% PC), y la fracción de fibra, detergente neutro (% FDN), y detergente ácido (% FDA), en tres etapas fenológicas: crecimiento (C), madurez (M), y latencia (L). La producción de forraje resultó diferente ($P \leq 0.05$), entre los tratamientos de sin quema (SQ), y quema (Q), con un total de 53.9 y 168.7; y 192.7 y 393.7 gr/m^2 , para los años 2012 y 2013, para los tratamientos sin quema y quema respectivamente. La digestibilidad *in situ* de la materia seca-DISMS resultó diferente ($P \leq 0.05$) entre los factores quema y sin quema, y las etapas fenológicas (crecimiento, madurez y latencia), con valores de 39.05, 34.16, y 33.29 % respectivamente en los tratamientos con quema, y de 38.16, 28.16, y 28.14%, en las mismas etapas fenológicas (crecimiento, madurez, y latencia respectivamente), en los tratamientos sin quema. La proteína cruda en las parcelas con quema presentó valores de 10.91, 4.44, y 2.78 % durante las etapas de crecimiento, madurez, y latencia respectivamente, mientras que las parcelas sin quema tuvieron 10.91, 3.26, y 1.65 % en las etapas de crecimiento, madurez y latencia respectivamente. La fibra detergente neutro (FDN) presentó valores similares ($P \geq 0.05$) de 61.58, 70.89, y 75.31% en las parcelas con quema respectivamente, mientras que las parcelas sin quema obtuvieron 66.67, 75.67, y 77.32 % en las etapas de crecimiento, madurez, y latencia, en las parcelas sin quema respectivamente. La fibra detergente ácido-FDA mostró niveles de 30.21, 45.45, 48.34% en parcelas con quema para los períodos de crecimiento, madurez, y latencia respectivamente, mientras que las parcelas sin quema en las mismas etapas logró 34.16, 52.81, y 53.7 % respectivamente ($P \geq 0.05$). En general la aplicación del fuego en parcelas infestadas con zacate rosado en este trabajo incrementó tanto su producción como la calidad del forraje, mostrando que la quema prescrita podría representar una excelente estrategia de manejo de pastizales que podría

ser utilizada para aprovechar de una manera más integral las extensas áreas existentes en Aguascalientes y México, que cuentan con la presencia de esta gramínea exótica.

Palabras clave: Fuego, zacate rosado, forraje, nutrición.

ABSTRACT

In Calvillo, Aguascalientes, Mexico, during 2012 and 2013, was evaluated the effect of fire on Natal grass in terms of forage production (g ms/m^2), and nutritional quality. We measure *in situ* dry matter digestibility (ISDMD %), crude protein (CP %), and the fiber fractions, neutral detergent fiber (NDF %), and acid detergent fiber (ADF %), during three phenological stages, growing (C), maturity (M), and dormancy (D). Forage differ ($P \leq 0.05$) between the unburned and burned treatments with 53.9 and 168.7; 192.7 and 393.7 gr/m^2 for the years 2012 y 2013, for the unburned and burned treatments respectively. *In situ* dry matter digestibility (ISDMD) was different ($P \leq 0.05$) between the burned and unburned factors, and the phenological stages (growth, maturity, and dormancy) with values of 39.05, 34.16, y 33.29 % respectively, for the burned treatments, and 38.16, 28.16, y 28.14%, during the same phenological stages achieved by the unburned treatments. Crude protein in the burned and unburned plots had values ranging from 10.91, 4.44, 2.78 %, and 10.91, 3.26, and 1.65 % during the stages of growth, maturity, and dormancy respectively. Neutral detergent fiber (NDF) was similar ($P \geq 0.05$) in the burned and unburned plots with de 61.58, 70.89, y 75.31%, and 66.67, 75.67, y 77.32 % during three phenological stages (growth, maturity, and dormancy respectively). Acid detergent fiber (ADF) did not differ ($P \geq 0.05$) in the burned and unburned plots with 30.21, 45.45, 48.34%, and 34.16, 52.81, y 53.7 % during three phenological stages (growth, maturity, and dormancy respectively). In general, the application of fire to plots infested with red natal grass increased both forage quantity and quality, demonstrating that the use of prescribed burning on grasslands invaded by red natal grass could represent an excellent rangeland management strategy that could be applied to holistically utilize enormous areas of Aguascalientes and México having the presence of this exotic graminoid species.

Key words: Fire, red natal grass, forage, nutrition.

INTRODUCCIÓN

Los pastizales históricamente han sido considerados ecosistemas valiosos por diferentes razones., en México son de vital importancia para la producción pecuaria y también como proveedores de un número importante de bienes y servicios ecológicos que la sociedad consume de manera cotidiana (Dinerstein *et al.* 2000). A pesar de ello, en las últimas décadas estos pastizales han sufrido un profundo deterioro principalmente por actividades humanas (Samson y Knopf, 1994). Uno de los resultados de este abuso es la diseminación de especies exóticas o invasoras, que han desplazado a las especies nativas de los pastizales, formando así poblaciones mono específicas en muchos de los paisajes de las zonas áridas y semi-áridas, alterando su la biodiversidad y el equilibrio

ecológico (ECOPAD 2007). Una de estas especies es el zacate rosado, que es originario del sur de África (Bogdan 1997), y en México, se encuentra ampliamente distribuido en varios estados independientemente de la latitud, altitud, precipitación pluvial y suelos (Dávila *et al.* 2006). En el estado de Aguascalientes se reporta su presencia prácticamente en todos los municipios (Flores 2011). Sin embargo, el aprovechamiento de este zacate para el pastoreo del ganado es limitado, ya que prácticamente no existe información científica al respecto, por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del fuego sobre la producción y calidad de forraje en un pastizal invadido por zacate rosado en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante los años 2012 y 2013, en la localidad denominada Mesa Grande, Calvillo Ags., que presenta un clima templado sub-húmedo, con un promedio anual de precipitación de 660 mm, que incide principalmente en los meses de Junio-Septiembre, con una temperatura media anual de 19.8 °C (INEGI 2010). Se seleccionó un predio abandonado de dos hectáreas, en el cual de manera aleatorizada se establecieron 10 parcelas de 16 16 m² cada una (4 X 4 m), correspondientes a 5 parcelas con quema y las otras 5 (testigo) sin quema. A estas últimas se les removió el forraje seco acumulado de años con la ayuda de tijeras de la marca Corona. Para minimizar el riesgo de escape del fuego se trazaron líneas minerales alrededor de las parcelas y se humedeció el perímetro con agua utilizando mochilas aspersores con capacidad de 20 lt. además del establecimiento de un plan de contingencia y zonas de seguridad. Como método de ignición se utilizó una antorcha de goteo SURE SEAL® con capacidad de 10 litros con una relación gasolina: diesel de 6: 4. La quema se realizó a las 7:30 am, con una humedad relativa de 35%, temperatura atmosférica de 11°C, y con velocidad del viento relativamente estable de entre 3 y 4 km por hora. La producción forrajera se evaluó mediante cortes al ras del suelo mediante cuadrantes de 0.5 m², en cada unidad experimental durante la etapa de madurez la cual coincidió en el mes de Noviembre del 2012 y 2013. La producción forrajera se cuantificó en peso seco después de remover la humedad de cada muestra colectada en una secadora de herbario a 60 °C durante 7 días. La calidad de forraje se determinó mediante la cosecha de muestras de forraje compuestas de 1 kg. En cada una de las 10 parcelas (5Q y 5SQ). Los muestreos de forraje se llevaron a cabo en tres etapas fenológicas crecimiento (C), madurez (M) y latencia (L) durante los años 2012 y 2013. Se colectaron un total de 30 muestras las cuales se procesaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Las muestras se molieron en un molino Wiley®, utilizando una malla de 0.05 mm y se almacenaron en contenedores de plástico hasta que se determinaron los análisis químicos de proteína cruda, FDN, FDA y digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS), en base a los procedimientos descritos para estimar el contenido nutricional en forrajes (Tejada 1983). Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza considerando un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial (2X3)= 6 combinaciones, para ver efectos simples de quema y etapa fenológica e

interacción entre fuego y etapa para cada una de las cuatro variables de calidad. Cuando existieron diferencias significativas, se procedió a separar las medias por medio de la prueba de Tukey (Steel y Torrie 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción total de forraje seco y tratamientos se presentan en La Tabla 1. Se pudo observar un incremento significativo ($P \leq 0.05$) por efecto del fuego. En las parcelas Q la media de producción forrajera fue de 336.86 gr/m^2 , mientras que en las parcelas SQ se obtuvo una media de producción de 107.33 gr/m^2 , lo que equivale a una diferencia de 229.53 gr/m^2 de producción entre tratamientos.

Tabla 1. Producción de forraje (gramos de materia seca/m²) de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, en los tratamientos de fuego y sin fuego durante los años 2012 y 2013, en mesa Grande, calvillo, Aguascalientes.

Año	Tratamientos	Producción de forraje g ms./m ²
2012	Sin Fuego	53.9 c
2012	Con Fuego	168.7 b
2013	Sin Fuego	192.7 b
2013	Con Fuego	393.7 a

Estos resultados en incrementos de producción forrajera, coinciden con lo reportado por otros autores quienes estudiaron el efecto del fuego en otras gramíneas como el zacate toboso (Wright y Bailey 1982), donde concluyen que estos incrementos se deben a los efectos químicos de la combustión de material vegetal sobre el suelo, aportando diversos nutrientes minerales lo que propicia un mejor desarrollo de follaje. Otros autores mencionan que el aumento en producción vegetal, se debe a que la quema crea una cama de siembra por el aporte de nutrientes en las cenizas, estimulando el nacimiento de semillas (Bates *et al.* 2009). La digestibilidad del pasto rosado en las distintas etapas fenológicas en los tratamientos se presentan en la figura 2. La digestibilidad en el tratamiento con Q presento valores medios en las etapas C, M y L de 39.05%, 32.94% y 32.26% respectivamente, contra el 38.16%, 28.16% y 26.19% de las mismas etapas SQ, teniendo una diferencia entre tratamientos del 0.9% en C, 4.78% en M y 6.07 en L, favorables a las parcelas Q, observando un incremento de la digestibilidad aunque no significativo ($p \geq 0,05$) en las tres etapas fenológicas. En general se observó un efecto positivo debido al fuego, mostrando incrementos de digestibilidad en las muestras de las tres etapas fenológicas sometidas a la quema contra las no quemadas, los valores más altos de digestibilidad se obtuvieron durante el crecimiento, y conforme avanzó el ciclo se presentó un declive, aunque este comportamiento es bastante conocido en gramíneas (Villanueva *et al.* 1989). En cuanto a la proteína cruda, no se presentaron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre tratamientos en las tres etapas de desarrollo. Para las muestras Q se presentaron valores de medias de 10.91% en C, 4.44% en M y 2.78% en L, mientras que para las muestras SQ los valores fueron de 10.91% en C, 3.26% en M y 1.65% en L, presentando diferencias entre tratamientos del 0% en C, 1.18%

en M y 1.13% en L, favorables a las parcelas Q. Aunque estos valores mostraron una tendencia normal para gramíneas, donde los valores más bajos se observaron en la latencia, se pudo observar una mejoría en las muestras Q específicamente en las etapas de M y L. Para las fibras ácido y neutro detergentes se pudo observar un efecto positivo del fuego aunque no significativo ($p \geq 0,05$) entre tratamientos. Para FDA se presentaron valores en las medias de 30.21% en C, 45.45% en M y 48.34% en L, para las muestras Q, y de 34.16% en C, 52.81% en M y 53.7% en L para las muestras SQ. Presentando diferencias entre tratamientos del 3.95% en C, 7.36% en M y 5.36% en L. Mientras que para FDN los valores reportados de las medias fueron de 61.58% en C, 70.89% en M y 75.31% en L, para las muestras Q, y de 66.67 en C, 75.67 en M y 77.32% en L para las muestras SQ, con diferencias entre tratamientos del 5.09% en C, 4.78% en M y 2.01% en L. Es posible que la mejor calidad observada se debió a que el fuego provocó una mayor eficiencia en algunos elementos del suelo debido a la mineralización y fijación de los mismos (Hobbs y Schimel. 1984), en los primeros cinco centímetros del suelo, además de que en el sitio de estudio se presentó una precipitación anual de 640.4 mm. Superior a lo reportado como promedio por (INIFAP 2012) lo cual favoreció al crecimiento de forraje.

CONCLUSION

En general, se puede concluir que en el estudio la quema prescrita tuvo un efecto positivo en el mejoramiento de la calidad y producción del forraje del zacate rosado, ya que se elevaron los niveles de proteína cruda y digestibilidad *in situ*, y redujeron las concentraciones de fibras (neutro y ácido detergente), y se mejoró la producción de forraje, lo que sugiere que esta especie introducida ya naturalizada en México, se puede aprovechar de una manera más integral mediante la utilización de quemas prescritas. Los diferentes métodos que podrían utilizarse para controlar su expansión como son los químicos o mecánicos casi siempre representan opciones no viables ni ecológica ni económicamente., por ello, la quema prescrita, puede considerarse como una práctica de manejo viable a utilizarse para elevar su calidad nutrimental de esta especie para el ganado bajo condiciones de pastoreo, además de representar una alternativa para evitar la erosión de suelos en áreas donde ya está establecida.

LITERATURA CITADA

- Bates J D., Rhodes EC, Davies KW, Sharp R. Postfire succession in big sagebrush steppe with livestock grazing. *Rangeland Ecology & Management* 2009. 62 : 98 –110.
- Bogdan AV. *Pastos Tropicales y Plantas de Forraje*. 1ª ed. México: AGT. 1997
- Dávila P., Mejía MTS, Gómez MS, Valdés RJ, Ortíz JJ, Morín JC, Ocampo CJ. *Catálogo de las Gramíneas de México*. UNAM – CONABIO. 2006. 671P.
- Dinerstein, E., Olson D, Atchley CJ. Loucks S, Contreras BR, Abell E, Iñigo E, Williams C, Castilleja G. *Ecoregion-based conservation in the Chihuahuan Desert*. WWF/TNC/CONABIO/PRONATURA/ITESM. 2000. México.

- ECOPAD-Estrategia para la Conservación de los Pastizales del Desierto Chihuahuense. Aguirre C, Hoth J, Lafón A (eds.). 2007. Chihuahua, Chih.
- Flores, A E. Informe final del proyecto Contribuciones al Estudio Auto ecológico de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, en Aguascalientes, México. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Dirección General de Investigación y Posgrado. 2011.
- Hobbs N, Schimel D. Fire effects on nitrogen mineralization and fixation in mountain shrub and grassland communities. *J. Range Manage.* 1984. 37: 402-405.
- <http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/estaciones.aspx>.2012.
- INEGI-Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Carta de Climas 2010.
- Samson F. Knopf F. *Prairie Conservation: Preserving North America's Most Endangered Ecosystem.* Island Press. USA. 1996.
- Steel RGD, Torrie JH: *Principles and procedures of statistics. A biometrical approach.* 2 nd ed. New York, USA. McGraw-Hill Book, Co. 1980.
- Tejada I. *Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal.* Patronato de Apoyo a la Investigación Pecuaria en México, AC. México, DF. INIPSARH. 1983.
- Villanueva AJF, Mena HL, Herrera IL, Negrete RLF. Contenido y fluctuación nutricional de cinco gramíneas en trópico seco de acuerdo a su fenología. *Revista Manejo de Pastizales.* 1989. 2(2): 21-25.
- Wright, H. A. y A. W. Bailey. *Fire Ecology.* New York, USA: John Wiley and Sons, Inc. 1982.

037 GRAMÍNEAS Y OTRAS FORRAJERAS NATIVAS E INVASORAS DE DOS ECOSISTEMAS RIPARIOS DEL CENTRO DE NUEVO LEÓN

NATIVE AND INVASIVE GRASSES AND OTHER FORAGE SPECIES FROM TWO RIPARIAN ECOSYSTEMS IN THE CENTER OF NUEVO LEON

Marco Antonio Guzmán Lucio, Alan Alberto Hernández Cavazos, Rahim Foroughbakhch Pournavab, Hilda Gámez González, Sergio Moreno Limón

Universidad Autónoma de Nuevo León, Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas. Ave. Pedro de Alba sn y Manuel Barragán. Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León. C.P. 66451. marguzlucio@gmail.com

RESUMEN

Las especies de plantas y tipos de vegetación terrestre que son el sustento de alimentación y refugio del ganado y fauna silvestre ya han sido estudiados extensivamente en el norte de México y sur de los Estados Unidos. Los ecosistemas formados por ríos, arroyos, drenajes naturales y humedales son otra fuente alimenticia que aporta nutrientes que complementa la dieta de las especies de interés en el predio ganadero y cinegético que es poco conocida. El presente estudio se efectúa en los márgenes de los Ríos Santa Catarina y La Silla en el área de influencia de la Ciudad de Monterrey. Se registran 51 especies de interés forrajero, 24 son gramíneas, 20 especies herbáceas y subarbustivas, 4 árboles y 3 plantas trepadoras. Se incluyen las especies vegetales y las partes utilizadas por los diferentes grupos de especies pecuarias o cinegéticas. Como parte del análisis florístico se encontró que el 47 % de las plantas consideradas como forrajeras se clasifican también como plantas invasoras con predominancia de especies originarias de África.

Palabras clave: Plantas forrajeras, gramíneas, invasoras

ABSTRACT

Terrestrial plants species and vegetation types which provide nourishment and refuge to livestock and wildlife have been extensively studied in northern Mexico and southern United States. Ecosystems integrated by rivers, streams, natural drainages and wetlands provide another little known food source that contributes nutrients which complement the diet of species of interest in breeding and cinegetic production. The present research was performed in the borders of Santa Catarina and La Silla rivers in the influence area of Monterrey city. The study registered 51 species of forage interest, from which 24 are grasses, 20 herbaceous and shrubby species, 4 trees and 3 vines. Plant species and parts used by livestock and cinegetic wildlife are included. As part of the floristic analysis, it's been found that 47 % of the plants considered as forage are classified as well invasive with predominance of species originated from Africa.

Keywords: Forage plants, grasses, invasive plants

INTRODUCCIÓN

Las agrupaciones de especies arbóreas o arbustivas que se desarrollan a lo largo de corrientes, ríos y arroyos reciben el nombre de bosque de galería o vegetación de galería si carece de especies arbóreas, que en la mayoría de los casos han sufrido intensas modificaciones debido a fenómenos meteorológicos, pero también por la acción del hombre, incluyendo la introducción y plantación de especies exóticas (Rzedowski, 1994), muchas de las cuales se convierten en especies invasoras que causan graves daños tanto a los ecosistemas terrestres como acuáticos, generando desequilibrios ecológicos, como los son cambios en la composición de especies y la estructura trófica, pérdida de la biodiversidad y transmisión de una gran variedad de enfermedades (Aguilar, 2005). Estas franjas de vegetación, por su reducida extensión y flora particular en comparación con los demás tipos de vegetación han recibido poca atención como un recurso de los predios ganaderos y cinegéticos que no se reflejan en el estudio de coeficientes de agostadero pero que contribuye con una biomasa que puede ser de gran utilidad en el desarrollo y crecimiento de las especies, sobre todo en épocas críticas de disponibilidad de forraje. Este estudio representa una oportunidad para dar a conocer aquellas especies riparias o semiacuáticas que son de importancia pecuaria o cinegética y que se distribuyen en el noreste de México. La lista que se provee contiene a todas aquellas especies registradas en dos de los sistemas riparios que son parte de la cuenca del Río Bravo y que forman parte de la dieta no sólo del ganado mayor, también de otras especies pecuarias y la vida silvestre que se maneja en los predios ganaderos, así como las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre regional. Adicionalmente, se incluyen aquellas especies consideradas como invasoras independientemente de su utilidad como especies forrajeras.

MATERIAL Y MÉTODOS

El muestreo y registro de plantas se efectuó mediante recorrido sobre una distancia de 15 km en el Río Santa Catarina y de 8.8 km para el Río La Silla. Las especies vegetales se identificaron *in situ*. En el caso de aquellas plantas no reconocidas, se recolectaron y llevaron al Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas, en la Universidad Autónoma de Nuevo León, para su identificación mediante claves taxonómicas principalmente de Correl y Johnston (1970) y Gould (1975). La literatura utilizada para determinar el uso de las plantas por las diferentes especies de interés pecuario y cinegético se realizó de acuerdo con Everitt et al. (1999), Flores y Bautista (2012) para forrajeras de hoja ancha. En la determinación de los valores agrostológicos para las gramíneas, se consideró a Cantú (1989) y Vásquez et al. (1997). El material básico para la consulta de especies invasoras siguió el criterio de Valdés (2008) y del Invasive Plant Atlas of the United States (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registran 51 especies de interés forrajero. En el caso de las plantas de hoja ancha, el venado cola blanca texano y el ganado bovino hacen uso de la mayoría de las plantas que también se encuentran en los agostaderos del noreste de México. De las 185 especies descritas en Everitt et al. (1999) tan solo el 14.5% (Cuadro 1) corresponde a la presente lista, no obstante es una cantidad significativa si se considera que el documento representa una gran extensión territorial, considera varios tipos de vegetación y de hábitat, sin considerar a las gramíneas como otras fuente de forraje, solo especies de hoja ancha.

Cuadro 1. Especies forrajeras de hoja ancha y grupos animales que las utilizan

ESPECIE	PECUARIA						CINEGÉTICA							
	Ac	Cpr	Eq	Bv	Ov	Prc	Cs	Cc	Ces	Gj	Pa	Ph	Pec	Vc
<i>Acacia farnesiana</i>		B		Fr									Fr	Fr
<i>Amaranthus hybridus</i>	FIFrB													
<i>Amaranthus palmeri</i>				P				S		S	S	S		H
<i>Amaranthus spinosus</i>	FIFrB													
<i>Aster subulatus</i>				H										H
<i>Boerhaavia coccinea</i>	P					P								
<i>Cocculus diversifolius</i>														H
<i>Convolvulus equitans</i>								S						H
<i>Desmanthus virgatus</i>		P	P	P				S	S		S			P
<i>Eupatorium odoratum</i>														H
<i>Euphorbia prostrata</i>														P
<i>Helianthus annuus</i>								S		S		S		H
<i>Ipomoea nil</i>			P	P										
<i>Leucaena leucocephala</i>	HFr	HFr		P		HFr								
<i>Lippia nodiflora</i>													H	H
<i>Malvastrum coromandelianum</i>				P										P
<i>Parietaria pensylvanica</i>														H
<i>Parkinsonia aculeata</i>				FIFr				S						FIFr
<i>Portulaca oleracea</i>	P			H										H
<i>Portulaca pilosa</i>		P			P		H		HS				H	H
<i>Prosopis glandulosa</i>		Fr	Fr	Fr	Fr	Fr								B
<i>Rhynchosia minima</i>	P		P	H										H
<i>Sida spinosa</i>				P										P
<i>Solanum eleagnifolium</i>		H					Fr	S					Fr	Fr
<i>Sonchus oleraceus</i>													P	
<i>Typha dominguensis</i>							R							
<i>Waltheria indica</i>			B	B		B								H

Especies pecuarias: Ac Ave de corral, Cpr Caprino, Eq Equino, Bv Bovino, Ov Ovinos Prc Porcino.
Especies cinegéticas: Cc Codorniz cotuí, Ces Codorníz escamosa, Gj Guajolote norteño, Pa Paloma de alas blancas, Ph Paloma huilota, Pec Pecarí de collar, Vc Venado cola blanca. **Parte consumida:** H Hojas, P Follaje, FI Flor, Fr Fruto, Se Semillas, R Rhizoma, B Brotes.

El componente gramíneas tiene una buena representación en estos ecosistemas riparios, con una riqueza de 24 especies (Cuadro 2). La predominancia observada de especies anuales e introducidas probablemente es un reflejo de las condiciones ambientales que prevalecen y están muy estrechamente relacionadas a eventos meteorológicos como es el caso del huracán Alex que, a tres años de su incursión trae como consecuencia el establecimiento de vegetación secundaria en la restitución de la vegetación original. Otro agente de disturbio ha sido ocasionado por trabajos de canalización del cauce de ambos ríos.

Cuadro 2. Atributos agrostológicos y riqueza de gramíneas

ESPECIE	VALOR FORRAJERO				LONGEVIDAD		ORIGEN	
	P	R	B	E	A	P	N	I
<i>Agrostis semiverticillata</i>	*					*		*
<i>Arundo donax</i>	*					*		*
<i>Bromus unioloides</i>				*	*		*	
<i>Cenchrus ciliaris</i>				*		*		*
<i>Cenchrus echinatus</i>		*			*		*	
<i>Cenchrus incertus</i>	*				*		*	
<i>Chloris inflata</i>	*				*		*	
<i>Cynodon dactylon</i>			*			*		*
<i>Dichanthium annulatum</i>			*			*		*
<i>Digitaria ciliaris</i>				*	*		*	
<i>Echinochloa crusgallii</i>	*				*			*
<i>Eleusine indica</i>		*			*			*
<i>Eragrostis barrelieri</i>		*			*			*
<i>Leptochloa fascicularis</i>		*			*		*	
<i>Leptochloa filiformis</i>		*			*		*	
<i>Lolium mutiflorum</i>				*	*			*
<i>Panicum maximum</i>				*		*		*
<i>Paspalum pubiflorum</i>			*			*	*	
<i>Rhynchelytrum repens</i>	*					*		*
<i>Setaria adhaerens</i>	*				*			*
<i>Sorghum bicolor</i>				*	*			*
<i>Sorghum halepense</i>			*			*		*
<i>Sporobolus pyramidatus</i>	*					*	*	
<i>Urochloa panicoides</i>	*				*			*

Valor forrajero: P Pobre, R Regular, B Bueno, E Excelente. **Longevidad:** A Anual, P Perenne. **Origen:** N Nativa, I Introducida.

El 75 % de las gramíneas identificadas están reportadas como especies invasoras (Cuadro 3), encontrándose cierta discrepancia en las listas revisadas, como es el caso de Valdés (2008) que no contempla en esta categoría a especies como *Cenchrus echinatus*, *C. incertus*, *Chloris inflata*, *Digitaria ciliaris* y *Echinochloa crusgallii*, esto debido quizás a que las especies no se encuentran desplazando a las especies nativas en su medio natural.

Cuadro 3. Origen y grupo taxonómico de las especies invasoras

FAMILIA	ESPECIE	ORIGEN
AMARANTHACEAE	<i>Amaranthus palmeri</i>	Norteamérica
ASTERACEAE	<i>Sonchus oleraceus</i>	Eurasia
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	Centroamérica y sur de México
MALVACEAE	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Centroamérica
NYCTAGINCEAE	<i>Boerhaavia coccinea</i>	América y Antillas
PORTULACACEAE	<i>Portulaca oleracea</i>	Norteamérica
POACEAE	<i>Arundo donax</i>	Asia
POACEAE	<i>Bromus unioloides</i>	Sudamérica
POACEAE	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Eurasia
POACEAE	<i>Cenchrus echinatus</i>	América
POACEAE	<i>Cenchrus incertus</i>	Norteamérica y Sudamérica
POACEAE	<i>Chloris inflata</i>	América tropical
POACEAE	<i>Cynodon dactylon</i>	África
POACEAE	<i>Dichanthium annulatum</i>	África, India y China
POACEAE	<i>Digitaria ciliaris</i>	África y Asia
POACEAE	<i>Echinochloa crusgallii</i>	Suroeste de Asia
POACEAE	<i>Eleusine indica</i>	Eurasia y África
POACEAE	<i>Lolium multiflorum</i>	Europa
POACEAE	<i>Panicum maximum</i>	África
POACEAE	<i>Rhynchelytrum repens</i>	África
POACEAE	<i>Setaria adhaerens</i>	Noreste de África
POACEAE	<i>Sorghum bicolor</i>	África
POACEAE	<i>Sorghum halepense</i>	Mediterraneo
POACEAE	<i>Urochloa panicoides</i>	Sur y este de Asia

CONCLUSIONES

Del estudio florístico se deriva una lista de 51 plantas de interés forrajero, las de hoja ancha principalmente utilizadas por especies como el venado cola blanca texano y el ganado bovino y en menor proporción por las demás especies pecuarias y cinegéticas. El hecho de que las demás especies animales tengan menos utilización de las plantas riparias probablemente tenga relación con la escasez de estudio técnicos que citen su uso ya que por lo general se enfocan en conocer las dietas de las especies mayores, no obstante con los resultados de esta investigación se cumple con el propósito de integrar la información de las especies forrajeras y además adicionar el uso de otras especies que no están reportadas en la literatura existente del noreste de México. La riqueza agrostológica es una muestra de que las condiciones ambientales de la región noreste es propicia para el establecimiento de diferentes especies de gramíneas, con lo que se debe tener cuidado en la selección de las mismas ya que es reconocido su gran potencial invasor.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Investigación, Innovación y Posgrado UANL, a través de la Dirección de Investigación por el apoyo al proyecto PAICYT clave CN696-11 Malezas invasoras en ambientes riparios del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León.

LITERATURA CITADA

Aguilar V. Especies invasoras: una amenaza para la biodiversidad y el hombre. *Biodiversitas* 2005;(60):7-10.

Cantú BJE. 150 gramíneas del norte de México. 1a ed. Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 1989.

Correll DS, Johnston MC. Manual of the vascular plants of Texas. 1st ed. Texas, USA: Texas Research Foundation; 1970.

Everitt JH, Drawe DL, Leonard RI. Field Guide to the broad-leaved herbaceous plants of south Texas.: Used by live stock and wildlife. 1st ed. Texas, USA. Texas Tech University Press; 1999.

Flores SS, Bautista F. Knowledge of the Yucatan Maya in seasonal tropical forest management: the forage plants. *Rev Mex Biodiv* 2012;83(2):503-518.

Gould FW. The grasses of Texas. 1st ed. Texas, USA. Texas A & M University Press; 1975.

University of Georgia, Center for Invasive Species and Ecosystem Health, National Park Service. Invasive Plant Atlas of the United States. Available: <http://www.invasiveplantatlas.org/distribution.html>. Accessed Jul 23, 2014.

Rzedowski J. Vegetación de México. México, DF: Editorial LIMUSA, S.A. DE C.V.; 1994.

Valdés J. Gramíneas invasoras del noreste de México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto EK002. México, D.F; 2008. Disponible:http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/EK002_CARATULA%20BASE%20DE%20DATOS.pdf Accesada Jul 21, 2014.

Vásquez AR, Villareal QJA, Valdés RJ. Las plantas de pastizales del norte de México (Lista Maestra). *UAAAN* 1997;3(6):1-24.

038 MALEZAS FORRAJERAS NATIVAS, INTRODUCIDAS E INVASORAS ESTABLECIDAS COMO RUDERALES EN LA CIUDAD DE MONTERREY, NUEVO LEÓN

INTRODUCED, NATIVE AND INVASIVE FORAGE WEEDS ESTABLISHED AS RUDERALS IN THE CITY OF MONTERREY, NUEVO LEÓN

Marco Antonio Guzmán Lucio, María Rebeca Martínez Silva, Sergio Manuel Salcedo Martínez, Marco Antonio Alvarado Vázquez, Alejandra Rocha Estrada.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas. Ave. Pedro de Alba s/n y Manuel Barragán. Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León. C.P. 66451. marguzlucio@gmail.com

RESUMEN

Se presenta una lista de malezas ruderales de interés forrajero para especies pecuarias y cinegéticas. La zona de estudio comprende el área metropolitana de Monterrey la cual contiene una flora variada con un gran potencial utilitario. El propósito de la investigación es dar a conocer aquellas plantas que también es común encontrar en los sitios perturbados o sobrepastoreados y son usadas como fuente de forraje animal. En el inventario se identificaron 59 especies forrajeras, 36 de hoja ancha y 23 gramíneas. Para cada planta de hoja ancha se incluyen las especies pecuarias o cinegéticas que las consumen y las partes utilizadas de las mismas. Algunas características agrostológicas son referidas a las gramíneas encontradas. Por su importancia ecológica e impacto en la biodiversidad se reconocen aquellas que son consideradas como especies invasoras.

Palabras clave: Malezas ruderales, Gramíneas, plantas invasoras.

ABSTRACT

A list of ruderal weeds of forage interest to livestock and cinegetic species is presented. The study area includes the metropolitan zone of Monterrey, which contains a diverse flora with great potential utility. The purpose of the research is to inform about those plants that are also commonly found in disturbed or overgrazed sites and are used as a source of animal feed. Inventory includes 59 forage species, 36 broadleaf and 23 grasses. Livestock and cinegetic species consuming each broadleaf species is included as well as parts thereof used. Some of their agrostological characteristics are referred for the grasses found. For their ecological importance and impact on biodiversity those species considered as invasive are recognized.

Key words: ruderal weeds, grasses, invasive plants.

INTRODUCCIÓN

Las malezas, referidas al conjunto de plantas vasculares constituyen un grupo muy heterogéneo de especies. Rzedowski y Calderón (1979) utilizan el término ruderal para agrupar a las plantas que crecen en caminos, alrededor de áreas habitacionales y de obras de infraestructura, las malezas arvenses están estrechamente relacionadas con los cultivos agrícolas. Por añadidura esta misma variedad morfológica y fisiológica es fuente de diferentes productos útiles que deben ser aprovechados como insumos básicos o

alternativos en el manejo de las actividades productivas como es el caso de las plantas forrajeras sobre todo en épocas críticas como la sequía o en las áreas perturbadas o sobre pastoreadas sin descartar su uso en pastoreo directo o el ensilaje. Es claro que las especies nativas por su importancia ya han sido estudiadas en los diferentes estudios de coeficientes de agostadero de los tipos de vegetación de México especialmente dirigidos al uso por especies animales como bovinos y caprinos, y actualmente también para otras especies cinegéticas, pero la información existente en el país es aún incompleta y no considera a las malezas que son comunes en todos los ecosistemas perturbados que pueden ser utilizadas y ofrecen un potencial nutricional a la alimentación animal. García (2011) y Gutiérrez et al. (2010) hacen referencia a la utilidad de las malezas como plantas forrajeras pero falta aún mucha información de este grupo de plantas sobre todo en el noreste de México. La investigación que se presenta da a conocer aquellas plantas encontradas como malezas ruderales en el Área Metropolitana de Monterrey con amplia distribución en el noreste de México y que tienen un uso forrajero pecuario o cinegético con lo finalidad de acrecentar el acervo informativo para los ganaderos y técnicos de la región.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio comprendió el inventario de malezas ruderales e invasoras en ocho sitios de un kilómetro cuadrado seleccionados en el Área Metropolitana de Monterrey durante el período de abril a junio del presente año. Las especies fueron identificadas en el Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. La identificación se realizó mediante claves taxonómicas principalmente de Correl y Johnston (1970) y Gould (1975). Se clasificaron tres categorías informativas: Especies de hoja ancha, gramíneas, plantas invasoras. La literatura utilizada para determinar el uso de las plantas por las diferentes especies de interés pecuario y cinegético se realizó de acuerdo con Everitt et al. (1999), Flores y Bautista (2012) para forrajeras de hoja ancha. En la determinación de los valores agrostológicos para las gramíneas se consideró a Cantú (1989) y Vásquez et al (1997). El material básico para la consulta de especies invasoras siguió el criterio de Valdés (2008) y del Invasive Plant Atlas of the United States (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registran 59 especies de interés forrajero. En el caso de utilización de las plantas de hoja ancha por el venado cola blanca texano, la codorniz cotui y el ganado bovino hacen uso de la mayoría de las malezas que también se encuentran en los agostaderos y praderas del noreste de México. De las especies descritas en Everitt et al. (1999) el 19.45 % (Cuadro 1) corresponde a la presente lista, no obstante es una cantidad significativa si se considera que el documento representa una gran extensión territorial, considera varios tipos de vegetación y de hábitat, sin considerar a las gramíneas como otras fuente de forraje El componente gramíneas agrupa una riqueza de 23 especies (Cuadro 2). La predominancia observada de especies anuales e introducidas al igual que algunas perennes refleja la condición de disturbio al cual se asocian las malezas, fuerte insolación,

<i>Solanum erianthum</i>			H B											
<i>Sonchus oleraceus</i>													P	
<i>Taraxacum officinale</i>				H	H									
<i>Verbesina encelioides</i>								S		S				H FI

Notas al cuadro 1

Especies pecuarias: AC: Aves de corral, CA: Caprinos, EQ: Equinos, BV: Bovinos, OV: Ovinos, PO: Porcinos.

Especies cinegéticas: CS: Cerdo salvaje, CC: Codorniz cotui, CE: Codorniz escamosa, GU: Guajolote norteño, LB: Liebre, PA: Paloma de alas blancas, PH: Paloma huilota, PE: Pecari de collar, VE: Venado cola blanca texano.

Parte consumida: H: hojas, P: follaje, Fr: fruto, S: semillas, R: rizoma, B: brotes.

Cuadro 2. Atributos agrostológicos y riqueza de gramíneas

ESPECIE	VALOR FORRAJERO				LONGEVIDAD		ORIGEN	
	P	R	B	E	A	P	N	I
<i>Bromus unioloides</i>				▲	▲		▲	
<i>Cenchrus ciliaris</i>				▲		▲		▲
<i>Cenchrus echinatus</i>		▲			▲		▲	
<i>Cenchrus incertus</i>	▲				▲		▲	
<i>Chloris ciliata</i>	▲					▲	▲	
<i>Cynodon dactylon</i>			▲			▲		▲
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	▲				▲			▲
<i>Dichanthium annulatum</i>			▲			▲		▲
<i>Digitaria ciliaris</i>				▲	▲		▲	
<i>Echinochloa colonum</i>		▲			▲			▲
<i>Eleusine indica</i>		▲			▲			▲
<i>Eragrostis barrelieri</i>		▲			▲			▲
<i>Panicum maximum</i>				▲		▲		▲
<i>Paspalum langei</i>			▲			▲	▲	
<i>Paspalum pubiflorum</i>			▲			▲	▲	
<i>Phalaris canariensis</i>		▲			▲			▲
<i>Poa annua</i>			▲		▲			▲
<i>Rhynchelytrum repens</i>	▲					▲		▲
<i>Setaria adhaerens</i>	▲				▲			▲
<i>Sorghum bicolor</i>				▲	▲			▲
<i>Sorghum halepense</i>			▲			▲		▲
<i>Sporobolus pyramidatus</i>	▲					▲	▲	
<i>Urochloa panicoides</i>	▲				▲			▲

Valor Forrajero: P=Pobre, R=Regular, B=Bueno, E=Excelente. **Longevidad:** A=Anual, P=Perenne. **Origen:** N=Nativa, I=Introducida.

El 45 % de las especies forrajeras enlistadas se consideran especies invasoras, entre ellas sobresalen las gramíneas con 18 (Cuadro 3), las especies de hoja ancha aunque en menor proporción también son importantes por presentarse en diferentes ambientes y ser de amplia distribución desde los trópicos húmedos en el sur hasta las zonas semiáridas

norteñas. Es notable la predominancia de elementos de origen americano. Se presenta una discrepancia en las listas de invasoras revisadas, como es el caso de Valdés (2008) en el noreste regional que no contempla en esta categoría a especies como *Cenchrus echinatus*, *C. incertus*, *Digitaria ciliaris* y *Echinochloa colonum*, esto debido quizás a que en las áreas estudiadas las especies señaladas no se encuentran desplazando a las especies nativas en su medio natural.

Cuadro 3. Origen y grupo taxonómico de las especies invasoras

FAMILIA	ESPECIE	ORIGEN
AMARANTHACEAE	<i>Amaranthus palmeri</i>	Norteamérica
AMARANTHACEAE	<i>Amaranthus spinosus</i>	América Central
ASTERACEAE	<i>Sonchus oleraceus</i>	Eurasia
BRASSICACEAE	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Europa
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	Centroamérica y Sur de México
MALVACEAE	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Centroamérica
NYCTAGINACEAE	<i>Boerhaavia coccinea</i>	América y Antillas
POLYGONACEAE	<i>Antigonon leptopus</i>	México
PORTULACACEAE	<i>Portulaca oleracea</i>	Norteamérica
POACEAE	<i>Bromus unioloides</i>	Sudamérica
POACEAE	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Eurasia
POACEAE	<i>Cenchrus echinatus</i>	América
POACEAE	<i>Cenchrus incertus</i>	Norteamérica y Sudamérica
POACEAE	<i>Cynodon dactylon</i>	África
POACEAE	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Trópicos del Viejo Mundo
POACEAE	<i>Dichanthium annulatum</i>	África, India y China
POACEAE	<i>Digitaria ciliaris</i>	África y Asia
POACEAE	<i>Echinochloa colonum</i>	América tropical
POACEAE	<i>Eleusine indica</i>	Eurasia y África
POACEAE	<i>Panicum maximum</i>	África
POACEAE	<i>Phalaris canariensis</i>	Mediterráneo
POACEAE	<i>Poa annua</i>	Europa
POACEAE	<i>Rynchelytrum repens</i>	África
POACEAE	<i>Setaria adhaerens</i>	Noreste de África
POACEAE	<i>Sorghum bicolor</i>	África
POACEAE	<i>Sorghum halepense</i>	Mediterráneo
POACEAE	<i>Urochloa panicoides</i>	Sur y Este de Asia

CONCLUSIONES

Las malezas nativas o introducidas aún y cuando ya están establecidas en los predios son un recurso forrajero que no se toma en cuenta como especies que pueden formar parte del manejo en las unidades de producción pecuaria y cinegética. La obtención de una lista de 59 especies de malezas esencialmente ruderales complementa la falta de documentos técnicos y científicos sobre su distribución en el noreste de México pero más importante aún sobre el uso potencial como especies forrajeras.

Respecto a las especies de hoja ancha, tres tipos de especies animal son las que podrían hacer mayor uso de este recurso vegetal, en primer término el venado cola blanca, el ganado bovino y la codorniz cotui, y en menor grado las demás especies. La presencia de 5 especies de gramíneas con valor forrajero excelente y 6 considerado como bueno

denotan la calidad forrajera que pueden tener las diferentes malezas ruderales pero también la rusticidad y elevado potencial de establecimiento en sitios perturbados

Es importante que el manejador o responsable técnico sepa cuales especies pueden ser útiles, pero también cuales pueden convertirse en un riesgo para la biodiversidad vegetal como es el caso de las plantas invasoras que llegan a desplazar a la vegetación nativa, con pérdidas biológicas y económicas.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Superación Académica y Dirección General de Educación Superior Universitaria, Secretaría de Educación Pública, por el apoyo PROMEP/103.5/13/6644:UANL-PTC-700.

LITERATURA CITADA

Cantú BJE. 150 gramíneas del norte de México. 1a ed. Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 1989.

Correll DS, Johnston MC. Manual of the vascular plants of Texas. 1st ed. Texas, USA: Texas Research Foundation; 1970.

Everitt JH, Drawe DL, Leonard RI. Field Guide to the broad-leaved herbaceous plants of south Texas.: Used by live stock and wildlife. 1st ed. Texas, USA. Texas Tech University Press; 1999.

Flores SS, Bautista F. Knowledge of the Yucatan Maya in seasonal tropical forest management: the forage plants. Rev Mex Biodiv 2012;83(2):503-518.

García ODG. Evaluación de malezas usadas como forraje en el estado de Querétaro en cuanto al contenido de fitatos, saponinas y su actividad hemolítica. [Tesis Ingeniería]. Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro; 2011.

Gould FW. The grasses of Texas. 1st ed. Texas, USA. Texas A & M University Press; 1975.

Gutiérrez DM, Ortiz D, Muñoz G, Bah M, Serrano V. Contenido de sustancias anti nutricionales de malezas usadas como forraje. Rev Lat Quím 2010;38(1):58-67.

Invasive Plant Atlas of the United States. Available: <http://www.invasiveplantatlas.org/distribution.html>. Accessed: Jul 23 2014.

Rzedowski J, Calderón G. Flora Fanerogámica del Valle de México. C.E.C.S.A. México, D.F. Vol. 1. 1979.

Valdés J. Gramíneas invasoras del noreste de México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto EK002. México, D.F; 2008. Disponible:http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/EK002_CARATULA%20BASE%20DE%20DATOS.pdf accesada Jul 21, 2014.

Vásquez AR, Villareal QJA, Valdés RJ. Las plantas de pastizales del norte de México (Lista Maestra). UAAAN 1997;3(6):1-24.

039 CONTROLLING PURPLE THREEAWN (*Aristida purpurea*) ON INFESTED GRASSLANDS WITH SEASONAL BURNING AND DEFOLIATION

CONTROL DE PURPLE THREEAWN (*Aristida purpurea*) CON FUEGO Y DEFOLIACIÓN ESTACIONAL EN PASTIZALES INFESTADOS

Leobardo Richarte¹ and Carlos Villalobos²

¹Research Assistant Department of Natural Resources Management, Goddard Building, Texas Tech University, Box 42125, Lubbock, TX 79409. Leobardo.richarte@ttu.edu, ²Associate Professor, Department of Natural Resources Management, Goddard Building, Texas Tech University, Box 42125, Lubbock, TX 79409. C.villalobos@ttu.edu

ABSTRACT

Purple threeawn is a native grass species that is considered as undesirable for cattle production because of its low palatability and forage quality. This grass has caused problems primarily on western grasslands in US by negatively affecting cattle production. The objective of this study was: to evaluate the effect of fire and clipping on purple threeawn (*Aristida purpurea*) survival rates during vegetative, reproductive and post-reproductive phenological stages in the Southern Great Plains. This research was conducted in the summer of 2010 on the Texas Tech University, Native Rangeland, Lubbock, TX. One hundred twenty plants were randomly selected regardless plant size at each phenological stage. Forty plants were clipped simulating 90% grazing utilization; forty more were burned, individually, using a portable propane burner. The burner was calibrated using a combination of propane delivery pressure (PSI) and burning time (sec) to simulate the temperatures that typically occur during a wildfire on shortgrass plains rangelands. Forty more plants were used as a control. Plant mortality was evaluated on treated plants during the 2011 and 2012 growing seasons. Statistical analyses to detect possibly differences among treatments were performed using GLMMIX and CATMOD procedures for plant survival rates in SAS. Plant mortality was affected by a significant interaction ($P < 0.05$) between phenological stage and defoliation type during both years. During 2011 the survival rates were high overall. Burning during the vegetative stage produced the highest amount of mortality; however, in 2012, survival rates on all treatments decreased in all burned plants. Based on our survival rates results, fire is the best option to reduce purple threeawn survival. Burning during the post reproductive stage caused greatest degree of reduction in purple threeawn infestations on grasslands of the Southern Great Plains.

Key words: Grassland, survival rates, phenological stage

RESUMEN

Purple threeawn es una especie de pasto nativa que es considerada como no deseada para la producción ganadera en pastizales ya presenta baja palatabilidad y calidad forragera. Este pasto ha estado causando problemas de producción especialmente en los estados del oeste de USA. Los objetivos de este estudio fueron: evaluar los efectos de fuego y corte sobre la sobrevivencia de purple threeawn (*Aristida purpurea*) durante las siguientes etapas fenológicas: vegetativa, reproductiva y post-reproductiva en las grandes planicies del sur de USA. Este estudio fue desarrollado durante el verano del

año 2010 en el pastizal nativo de Texas Tech University, localizado en Lubbock, Tx. Ciento veinte plantas fueron seleccionadas al azar sin tomar en cuenta su tamaño en cada etapa fenológica. Cuarenta plantas fueron cortadas simulando el 90% de aprovechamiento, cuarenta más fueron quemadas individualmente usando un dispositivo quemador portátil. Este quemador fue calibrado usando una combinación de presión (PSI) y tiempo (sec) para simular las temperaturas presentes en incendios en pastizales de porte pequeño. Finalmente, cuarenta plantas más fueron usadas como controles. La mortalidad de las plantas fue evaluada en los veranos de 2011 y 2012. La mortalidad de las plantas fue afectada significativamente por una interacción ($P < 0.05$) entre etapa fenológica y el tipo de defoliación en ambos años. Supervivencia en las evaluaciones del 2011 fueron altas en general, siendo fuego aplicado durante la etapa vegetativa el mejor tratamiento para promover mortalidad, sin embargo esto cambio para el 2012, donde las tasa de supervivencia de todos los tratamientos decrecieron, especialmente aquellas tratadas con fuego. Basados en los resultados de este estudio, la aplicación de fuego es la mejor opción para reducir la supervivencia de purple threeawn, siendo fuego durante la etapa post-reproductiva la mejor estrategia para reducir la infestación de purple threeawn en pastizales de las grandes planicies del sur de Estados Unidos.

Palabras clave: Fuego, Estado Fenológico, Pastizales, cortes.

INTRODUCTION

Grasslands are important ecosystems because they provide an important forage source for beef cattle production worldwide. Rangelands and pastures comprise about 42% of the total land area of the United States; about three-quarters of all domestic livestock production depends upon grazing lands for their sustenance (DiTomaso 2000). Beef production on grasslands is limited by several factors including weather conditions, soil types, forage species and invasion of undesirable species. Weeds on rangelands cause an estimated loss of \$2 billion annually in the United States. One of these non-desirable species is purple threeawn (*Aristida purpurea*) which is a warm season, native perennial bunchgrass (Carlson 1990; Cronquist 1977). In nondisturbed plant communities, purple threeawn is a minor component (Larson 1942), but on several rangelands of the western United States it has created grazing problems, especially in places characterized by improper management (Evans and Tisdale 1972). Purple threeawn is a perennial grass with low palatability for livestock (Evans and Tisdale 1972) coupled with low crude protein content (Dittberner and Michael 1983). One of the possible alternatives to control invasive species is the use of range management tools such as prescribed burning and grazing. Fire in grassland ecosystems has historically been part of the natural environment (Wright and Bailey 1982). Plant responses to fire are sometimes nonpredictable and depend on several factors such as pre-burn vegetative composition, soil moisture and fertility, fire intensity, and precipitation (Wright 1985). However, fire has been a useful tool to maintain grasslands in healthy conditions, e.g. for controlling invasive species (Wright 1974).

The objectives of this study were: 1) to reduce abundance of purple threeawn in infested grasslands using defoliation and prescribed burning during different phenological stages; 2) Identify which phenological stage purple threeawn is more

susceptible to defoliation effects, and 3) identify which is the more effective treatment combination to control purple threeawn in infested grasslands on the Southern Great Plains.

MATERIALS AND METHODS

This study was conducted from 2010 to 2012 on the Texas Tech Native University Rangeland. This rangeland is located in Lubbock, TX (33°36'14.78"N, 101°53'50.44"W). Soils are deep, friable, well drained and moderate to high fertility. Slopes are gentle (Blackstock et al. 1979). This area has a dry steppe climate. Mean annual precipitation is 481 mm, most of it occurring from April through October (Southern Regional Climate center, 2011). The vegetation of the ecological site consists of mid and shortgrass species. Grass species common to this site are sideoats grama (*Bouteloua curtipendula*), blue grama (*Bouteloua gracilis*), and buffalograss (*Bouteloua dactyloides*) with some mesquite (*Prosopis glandulosa* Torr. var. *glandulosa*) (Bradbury 2007). The research area has a history of nine years without any grazing or burning events. To evaluate the effect of fire and clipping on purple threeawn survival rates, purple threeawn plants were exposed to combination of three defoliation treatments at three phenological stages. Defoliation treatments were: burning (B), clipping (CL) and control (CT). We considered these factors because they represent a common disturbance for grazing plants and usually are suggested as management tools on native grasslands. The phenological stages were: vegetative stage (V), which is characterized by leaf growth following "green up" (Barnhart 1999); Reproductive stage (R) is characterized by flowering culm elongation and development, pollination and seed development (Barnhart, 1999), and post-reproductive (PR) which is characterized by completion of the reproductive activities. These phenological stages were selected because plants are performing different physiological functions during each stage and their response to defoliation events could depend on the different functions. Defoliation treatments were applied at each phenological stage. Defoliations treatments were applied to individual plants in June, July and October 2010 for vegetative, reproductive and post-reproductive phenological stages, respectively. Defoliation treatments were applied to randomly selected purple threeawn plants regardless of size. Burning treatments were applied simulating a fire environment using a portable propane burner designed by Britton and Wright (1979). The burner was calibrated using a propane delivery pressure combination of 10 PSI and 15 seconds as the adequate time to simulate typical temperatures during short grass plains fires (140 °C) (Stinson and Wright 1968). Clipping consisted of removing 90% of total forage, by volume. According to Crafts and Glendening (1942), 50% is the optimal range of utilization for short grass rangelands. We used 90% to simulate a severe grazing. We accomplished this by clipping the plants to 3.8 cm stubble height. One set of plants were left notreated and used as a control. Mortality evaluations were performed in 2011 and 2012. Plants with no live tillers were assumed to be dead.

Mortality data were used to calculate the survival rates of treated plants. This study was conducted as a 3x3 factorial completely randomized design (CRD) with 40 replications. Purple threeawn plants (360) were completely randomized selected regardless of plant size during 2010 growing season. Factors of defoliation (D) were applied three levels: 1) burning (B), 2) clipping (CL), and 3) control (CT). Three phenological stages (S) were

selected: 1) vegetative (V), 2) reproductive (R), and 3) post-reproductive (PR). As a result, we had 9 treatments. Statistical analyses to detect possibly differences among treatments were performed using GLMMIX and CATMOD for survival rates procedures in SAS.

RESULTS AND DISCUSSION

Survival rates of purple threeawn plants in 2011 were significantly affected by an interaction ($P < 0.05$) between phenological stage and defoliation treatment (Table 1). Survival rates of plants treated on vegetative stage averaged 90%, 77.5% and 95% survival for control, clipping and burning treatments, respectively. Clipping and burning treatments were significantly ($P < 0.05$) different compared to the control. However, clipping showed the most detrimental treatment to plant survival averaging 77.5% (Table 3.4). High mortality of clipped plants during this stage was probably because clipping was done at the beginning of the growing season and many of the clipped plants were covered by surrounding range plants promoting mortality on them (Casal et al. 1986), this problem was not observed on the burned plants. We also observed some mortality on control plants (10%). Burning during the vegetative stage reduced plant survival by 5%, these results contrast to Britton et al. (1990). They found that burning in May was especially detrimental to five bunchgrasses in Oregon. Grasses studied by Britton and colleagues were C_3 , this grass species are generally damaged by early fires because they begin growing activities earlier in the year in comparison to threeawn plants which possess a C_4 photosynthetic pathway. On reproductive stage we found significant ($P < 0.05$) differences in plant survival among defoliation treatments averaging 100%, 92% and 75% for control, clipping and burning treatments, respectively. Clipping and burning were different from the control ($P < 0.05$). Burning during in this season proved to be the most effective treatment reducing purple threeawn survival, averaging 75%, Whelan (1995) stated that hydrated and metabolically active tissue tolerate less heat than dehydrated plant tissue. Our results are similar to those found by Britton and others (1983) who suggested that a factor contributing to the negative response of high soil water content to plant survival during fire application is thermal conductivity, as soil water content increases the thermal conductivity increases allowing the heat pulse to reach the grass meristematic tissue. Plant survival rates were the lowest on burned plants during the reproductive stage than in any other stage-defoliation combination for the 2011 evaluations.

Table 1. Survival rates and standard error of the mean of threeawn plants defoliated during 2010 growing season, evaluated in 2011, on the Texas Tech University, Native Rangeland, Lubbock, TX.

Treatment	Growing Stage		
	Vegetative	Reproductive	Post-repro
Control	90b ¹ (0.75)	100a (1.521 exp-4)	100a (9.22E-5)
Clipping	77.5c (1.044)	92b (0.07096)	100a (9.22E-5)
Burning	95a (0.5449)	75b (1.083)	90b (0.7793)

¹ Percentages within a column followed by the same lower case letter are not significantly different ($P > 0.05$ LSD).

Survival of purple threeawn plants was affected by defoliation treatments during the post-reproductive phenological stage, averaging 100%, 100% and 90% for control,

clipping and burning treatments, respectively. No differences were detected among the control and clipping treatments ($P>0.05$). However, significant differences were detected between burning versus control and burning versus clipping. The burning treatment promoted mortality during this phenological stage by approximately 10%. This might be explained because during this phenological stage most of the plants were almost ready to become dormant being this stage when grasses present higher fire tolerance (Whelan 1995). Also during this phenological stage, we expected most damage to purple threeawn because it is the period when grasses store energy again and became vegetative generating tillers for the next growing season (Sosebee et al. 2004), however, we did not observe a big negative impact of fire on plant survival.

Survival rates of threeawn plants evaluated in 2012 were very different from the 2011 evaluations, all of the survival rates were lower than those found in the 2011. Survival rates of purple threeawn were significantly affected by an interaction ($P<0.05$) between phenological stage and defoliation type (Table 2). Survival rates of plants treated during the vegetative stage averaged 75%, 60% and 47% for control, clipping and burning treatments, respectively. Burned plants exhibited the lowest survival rates during this stage being significantly different ($P<0.05$) from control.

Table 2. Survival rates and standard error of the mean of threeawn plants defoliated during 2010 growing season, evaluated in 2012, on the Texas Tech University, Native Rangeland, Lubbock, TX.

Treatment	Growing Stage		
	Vegetative	Reproductive	Post-repro
Control	75a ¹ (1.083)	92a (1.225)	77a (1.044)
Clipping	60ac (1.25)	42b (1.299)	95a (0.5449)
Burning	47b (1.248)	60b (0.6585)	37b (1.21)

¹ Percentages within a column followed by the same lower case letter are not significantly different ($P > 0.05$ LSD).

The effect of defoliation treatments on survival rates was also significant in plants treated during the reproductive stage. Survival rates of plants treated during the reproductive stage averaged 92%, 42% and 60% for control, clipping and burning treatments, respectively. Burning and clipping treatments were significantly ($P<0.05$) different from control plants. Both clipping and burning treatments exhibited the lowest survival rates during this season. There was a significant ($P<0.05$) effect of defoliations type on plants treated during the post reproductive stage. Survival rates averaged 77%, 95% and 37% for the control, clipping and burning treatments, respectively. Burning during this stage had the most detrimental effect on plant survival that was different from clipping and control treatments ($P<0.05$). During this season plants exposed to the burning treatments experienced the lowest survival rates (37%) of all the treated plants on the study, two important things were observed on the plant survival rates during the second evaluation. First, control plants continued to die averaging 15% mortality across stages; indicating that some threeawn plants died due to external factors outside of the scope of this study. This might be explain by the ongoing severe drought that started at the end of the 2010 growing season added additional stress o the treated plants; another possible explanation might be the natural ecological succession of purple threeawn as an early succession species (Cronquist et al. 1977) which tends to

gradually disappear over time. The second interesting fact is that burned plants experienced in almost all the phenological stages the lower survival rates.

CONCLUSIONS

According to this study the survival of threeawn plants depends on plant phenology and defoliation type. Fire proved to stimulate plant mortality even two years after treatment application. Burning was the most detrimental defoliation type to control this non desirable species. The most susceptible phenological stage of purple threeawn to defoliations is vegetative stage, but the best strategy to control infested grasslands is to apply prescribed burning during post-reproductive stage.

REFERENCES

- Blackstock, D. A., E. R. Blakley., C. T. Landers., W. M. Koos., and L. A. Putman. 1979. United States Department of Agriculture-Natural Resources Conservation Service Soil Survey of Lubbock County, Texas.
- Bradbury, Stand. 2007. Ecological Site Description. Unites States Department of Agriculture-Natural Resources Conservation Service. <http://esis.sc.egov.usda.gov/Welcome/pgApprovedSelect.aspx?type=ESD>. July 03, 2010.
- Barnhart, S. K. 1999. How pasture plants growth. Iowa State University. university extension.
- Briske, 1991. Developmental morphology and physiology of grasses. p. 85-108. *In*: Grazing Management: An ecological perspective. R. K. Heitschmidt and J. W. Stuth (Eds.) Timber Press. Portland, Oregon.
- Britton, C.M. and H.A. Wright. 1979. A portable burner for evaluating effects of fire on plants. *J. Range Manage.* 32: 475-476.
- Britton, C.M., G.R. McPherson, and F. A. Sneva. 1990. Effects of burning and clipping on five bunchgrasses in eastern Oregon. *Great Basin Naturalist* 50: 115-120.
- Britton, C.M., R.G. Clark, and F. A. Sneva. 1983. Effect of soil moisture on burned and clipped Idaho Fescue. *J. Range Manage.* 36: 708-710.
- Carlson, D. H. Thurow, T. L. Knight, R. W. Heitschmidt, R. K. 1990. Effect of honey mesquite on the water balance of Texas rolling plains rangeland. *Journal of Range Management.* 43(6): 491-496
- Casal, J. J., R.A. Sánchez, and V. A. Deregibus. 1987. The effect of plant density on tillering: Involvement of R FR ratio and the proportion of radiation intercepted per plant. *J. Exp. Botany* 38: 1432-1439.6
- Crafs, R, E. C. and G. E. Glendening. 1942. How to graze blue grama on southwestern ranges. U. S. Dept. Agr. Leaflet 215: 1-8.
- Cronquist, Arthur., Holmgren, Arthur H., Holmgren, Noel H., [and others]. 1977. Intermountain flora: Vascular plants of the Intermountain West, U.S.A. Vol. 6. The Monocotyledons. New York: Columbia University Press. 584 p.
- DiTomaso, J. M. 2000. Invasive weeds in rangelands: Species, impacts, and management. *Weed science.* 48: 255-265.
- Dittberner, Phillip L. and Olson, Michael R. 1983. The plant information network (PIN) data base: Colorado, Montana, North Dakota, Utah, and Wyoming. FWS/OBS-83/86. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. 786 p.

- Evans, Gary Richard, and E. W Tisdale 1972. Ecological characteristics of *aristida longiseta* and *agropyron spicatum* in West-Central Idaho. Ecology, Vol. 53, No. 1 (Jan., 1972), pp. 137-142.
- Southern Regional Climate Center. 2011. Available at: <http://www.srcc.lsu.edu>. Louisiana State University, Baton Rouge, LA.
- Whelan, R. J. 1995. The ecology of fire. Cambridge University Press. Great Britain.
- Wright, H. A. and Bailey, A.W., 1982. Fire Ecology: United States and Southern Canada. John Wiley & Sons, New York.
- Wright, H. A. 1974a. Range burning. Journal of range management. 27(1): 5-11.
- Wright, H. A. 1974b. Effect of fire on southern mixed prairie grasses. Journal of Range Management 27: 417-419.

040 PRODUCCION DE SEMILLA DE PASTOS INTRODUCIDOS BAJO RIEGO Y FERTILIZACION EN EL NORTE DE MEXICO

EXOTIC GRASS SEED PRODUCTION UNDER IRRIGATION AND FERTILIZATION IN NORTHERN MEXICO

Edith Sáenz Flores¹, Rubén Alfonso Saucedo Terán², Carlos Raúl Morales Nieto³, Pedro Jurado Guerra², Carlos Lara Macías², Alicia Melgoza Castillo³, Juan Ángel Ortega Gutierrez³.

¹Estudiante de posgrado, Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Km. 1 Perif. Francisco R. Almada. Tel. (614) 4-34-03-63, Fax (614) 4-34-03-45. ²Investigador Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Km 33.3 Carretera Chihuahua-Ojinaga. Tel (614) 4-51-08-67, Fax 4-51-06-01, CP. 32910 ³Docente-Investigador de la Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. (edith.s.f@hotmail.com)

RESUMEN

El deterioro de los pastizales requiere de llevar a cabo resiembras para lo cual es necesario producir la semilla en México. El objetivo de este estudio fue evaluar la producción de semilla de tres especies de pastos con la aplicación de diferentes esquemas de fertilización. El experimento se realizó bajo condiciones de riego durante el año 2013 en Aldama, Chihuahua. Los tratamientos fueron: 1) Testigo, 2) 120-60-00 de urea y monofosfato de amonio, dividido en dos aplicaciones, 3) 60-30-00 de urea y monofosfato de amonio, dividido en dos aplicaciones. 4) 60-30-00 de urea y monofosfato de amonio, dividido en dos aplicaciones + micorriza al momento de la siembra, 5) Compo 24-6-12 (36.66 kg de novatek y 82.5 kg de blaukorn) a la siembra, 6) Bioteksa 24-06-00 (24 L de BTK-N y 1 L de BTK-P) dividido en dos aplicaciones. Se evaluó semilla y forraje. En producción de semilla, el zacate garrapata fue el único que presentó diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos. Las más altas producciones se encontraron con los tratamientos 2 con 305.1 y 4 con 307.4 kg ha⁻¹. El mejor tratamiento para producción de semilla de pastos consiste en la inoculación con micorriza en combinación con fertilización inorgánica bajo una dosis de 60-30-00 kg ha⁻¹. El zacate buffel presentó la mayor ($P < 0.05$) producción de forraje con 14,555 Kg MS ha⁻¹ en el tratamiento 2.

Palabras clave: pastos introducidos, riego, fertilización, semilla.

ABSTRACT

Due to grassland deterioration, it is necessary to reseed and to produce this seed in Mexico. The objective of this study was to evaluate seed production on three grasses under different fertilization practices. Field work was conducted during 2013 at Aldama, Chihuahua. Treatments were: 1) Control, 2) 120-60-00 with urea and ammonium monofosphate divided in two applications, 3) 60-30-00 with urea and ammonium monofosphate divided in two applications, 4) 60-30-00 With urea and ammonium monofosphate divided in two applications, adding mycorrhiza applied when seeding, 5) Compo 24-6-12 (36.66 kg of novatek y 82.5 kg de blaukorn) applied when seeding, 6)

Bioteksa 24-06-00 (24 L of BTK-N and 1 L of BTK-P) divided in two applications. Seed and forage production were evaluated willman lovegrass was the only one with differences ($P<0.05$) among treatments. The highest productions were 305.1 kg ha^{-1} for treatment 2 and 307.4 kg ha^{-1} for treatment 4. The buffel grass presented the higher ($P<0.05$) in forage production with $14.555 \text{ kg DM ha}^{-1}$ in treatment 2.

Key words: introduced grasses, irrigation, fertilization, seed.

INTRODUCCIÓN

El pastizal es la principal fuente de forraje para la ganadería extensiva del norte de México. Este ecosistema, que en su origen estuvo dominado por gramíneas, es uno de los más amenazados, debido principalmente a la sequía prolongada y el sobrepastoreo, lo cual ha ocasionado que la mayoría de éstos, se encuentren en una condición que varía de regular a pobre (Royo *et al.*, 2005). Los zacates introducidos representan una opción para utilizarlos en programas de resiembras, ya que están adaptadas a condiciones de sequía como las que se presentan en el norte de México (Beltrán *et al.*, 2009). Además, su periodo de rebrote puede comenzar hasta seis semanas antes que la mayoría de los zacates nativos y pueden llegar a producir hasta cuatro veces más forraje (Esqueda y Carrillo, 2001). En México existe una fuerte demanda de semillas forrajeras, sin embargo, cerca del 90% es importada principalmente de Estados Unidos, a un precio alto y de dudosa calidad (Ramos y Espinoza, 1999). Es importante considerar que en Chihuahua existe el potencial y la tecnología para la producción de semilla de especies forrajeras, siendo una buena opción el establecer lotes de producción de semillas con especies debidamente evaluadas y mejoradas (Morales y Melgoza, 2010). Para mantener la capacidad productiva del suelo, es necesario incluir prácticas de nutrición vegetal y mejoramiento del suelo, que permitan un balance óptimo entre planta y suelo (Astier *et al.*, 2002). La descomposición de materia orgánica suministra nutrientes y sustancias húmicas al suelo teniendo un efecto directo en su fertilidad, incidiendo en la absorción de nutrientes y crecimiento de la planta reduciendo el uso de fertilizantes químicos, ayudando a la emisión de gases de tipo invernadero (Rojas y Moreno, 2008). Otra alternativa para disminuir el uso de fertilizantes químicos es inocular la semilla con micorriza y reducir la dosis nitrogenada en un 50%, favoreciendo a la producción de forraje y semilla de la planta (Carrillo *et al.*, 2009). El uso de fertilizantes de liberación lenta que contengan nitrógeno, fósforo, potasio y otros nutrientes benéficos para las plantas representan otra opción de fertilización debido a que la liberación de nutrientes masiva, ocurre entre las semanas 6 a 12 lo cual corresponde al tiempo de mayor demanda de nutrientes de la planta favoreciendo la asimilación de nutrientes (Lightbourn, 2010). A pesar de que la fertilización agrícola es un tema ampliamente estudiado, a la fecha la información sobre la capacidad de producción de semilla de pastos introducidos bajo riego y fertilización es escasa, dispersa y no concluyente. El objetivo fue determinar el potencial de producción de

semilla de tres especies de pastos introducidos, bajo condiciones de riego y aplicación de diferentes esquemas de fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el área agronómica del Sitio Experimental Aldama del INIFAP, ubicado en el km 33.3 de la carretera Chihuahua-Ojinaga. El área de estudio cuenta con un clima seco, una altitud de 1000 msnm, una precipitación de 200-300 mm anuales y temperatura media anual de 18 a 20°C. El suelo es ligeramente alcalino (pH 8.1) y textura franco-arenosa con 43.6 kg ha⁻¹ de NO₃, 13.5 ppm de P y 0.7% de materia orgánica. En el estudio se evaluaron los siguientes tratamientos de fertilización: 1) Testigo, 2) 120-60-00 de urea y monofosfato de amonio dividido en dos aplicaciones, 3) 60-30-00 de urea y monofosfato de amonio dividido en dos aplicaciones, 4) 60-30-00 de urea y monofosfato de amonio, dividido en dos aplicaciones + micorriza INIFAP a la siembra, 5) Compo 24-6-12 (36.66 kg de Novatek® y 82.5 kg de Blaukorn®) a la siembra; 6) Bioteksa 24-06-00 (24 L de BTK-N® y 1 L de BTK-P®) dividido en dos aplicaciones. Los fertilizantes se aplicaron en parcelas de 3.0 X 3.2 metros (9.6 m²). Se evaluaron los zacates garrapata común *Eragrostis superba* Peyr., buffel común, *Pennisetum ciliare* (L.) Link y llorón o *Eragrostis curvula* (Schrader) Nees variedad Ermelo. La preparación de la cama de siembra consistió en barbecho, rastreo, nivelación y trazo de surcos con una separación de 80 cm. La siembra se efectuó de forma manual el 16 de mayo de 2013, depositando la semilla en la parte media entre la cresta y el fondo de cada surco. La densidad de siembra fue de 2.0, 5.0 y 1.5 kg de semilla pura viable ha⁻¹ para los zacates garrapata, buffel y llorón, respectivamente. Una vez efectuada la siembra, se procedió a aplicar el calendario de riegos, los cuales se efectuaron mediante aspersion, utilizando una lámina de 10 mm aproximadamente en cada riego y una frecuencia de dos días durante el primer mes y una frecuencia de cinco días en los meses posteriores, hasta completar el primer ciclo de crecimiento el cual terminó en los primeros días del mes de octubre. Al momento de la siembra se aplicaron los tratamientos de fertilización. La segunda aplicación, en los tratamientos que así se requería, se efectuó a los 45 días posteriores a la fecha de siembra. Las variables evaluadas en cada uno de los tratamientos fueron: rendimiento de forraje y semilla en kg ha⁻¹. Los cortes para determinar producción de forraje y semilla en cada una de las especies, se realizaron cuando se observó más de un 70% de madurez en la semilla. El análisis estadístico se llevó a cabo con base en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y la prueba de Tukey para la comparación de medias al 5% de significancia. Cada especie de pasto fue analizada por separado, de tal modo que no se efectuaron comparaciones entre ellas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra la producción de semilla por especie donde se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para el zacate garrapata (p<0.05),

sobresaliendo los tratamientos 2 y 4 que corresponden a la fertilización tradicional (120-60-00) y la dosis 60-30-00 combinada con micorriza, cuyas producciones fueron de 305.1 y 307.4 kg de semilla ha⁻¹, respectivamente. Aunque no se efectuaron comparaciones entre pastos, se observa que el zacate llorón mostró el menor rendimiento de semilla, con rendimientos que fluctuaron entre los 5 a 8 kg de semilla ha⁻¹. Joaquin *et al.* (2009) en un estudio de pasto guinea (*Panicum maximum*) encontraron que al aplicar entre 100 y 150 kg de N ha⁻¹ incrementa el rendimiento de semilla debido a que el nutriente incrementa el número, longitud de panículas y llenado de espiguillas.

Cuadro 1. Rendimiento de semilla (kg ha⁻¹) bajo diferentes fuentes de fertilización en lotes productores de semilla de zacates introducidos. 2013.

Tratamiento	<i>Eragrostis superba</i> *	<i>Eragrostis curvula</i> *	<i>Pennisetum ciliare</i> **
		(Kg ha ⁻¹)	
1-testigo	223.6 b***	5 a	223 a
2-120-60-00	305.1 a	8 a	324 a
3-60-30-00	214.1 b	6 a	271 a
4-60-30-00+micorriza	307.4 a	9 a	245 a
5- Compo 24-6-12	270.7 ab	6 a	291 a
6-Bioteksa 24-06-00	238.1 ab	8 a	215 a

* Semilla limpia (cariópside)

**Semilla sin limpiar (cariópside + fascículos)

*** Literales diferentes indican diferencias ($p < 0.05$) entre tratamientos dentro de cada especie.

Los resultados de producción de forraje se muestran en el Cuadro 2, donde se observa que no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos para la variable rendimiento de forraje en los zacates garrapata y llorón. El mayor rendimiento de forraje ($P < 0.05$; 14,555 Kg MS ha⁻¹) en el zacate buffel, se obtuvo al aplicar el tratamiento 2. Este tratamiento corresponde a la fertilización tradicional para cultivos forrajeros en la región y comprendió la mayor dosis de nutrientes de este trabajo. Lo anterior confirma que el uso de fertilizantes incrementa la producción forrajera. Es importante mencionar que en el zacate garrapata se efectuaron dos cortes, mientras que en zacate buffel y llorón sólo se obtuvo una cosecha durante el ciclo de crecimiento. Koech *et al.* (2014) al evaluar el rendimiento de semillas en pastos, utilizando diferentes contenidos de humedad en suelo, reportan que el zacate garrapata no mostró diferencias en rendimiento de semilla, sin embargo, el zacate buffel buen potencial para producir semilla aún bajo déficit de humedad pero no mostro diferencia en rendimiento de semilla, aun con niveles altos de capacidad de campo.

Cuadro 2. Rendimiento de forraje (Kg MS ha⁻¹) bajo diferentes fuentes de fertilización en lotes productores de semilla de zacates introducidos. 2013.

Tratamiento	<i>Eragrostis superba</i>	<i>Eragrostis curvula</i>	<i>Pennisetum ciliare</i>
		(Kg MS ha ⁻¹)	
1-testigo	7289 a	7448 a	9916 ab
2-120-60-00	9144 a	7590 a	14555 a
3-60-30-00	7130 a	7196 a	1012 ab
4-60-30-00+micorriza	8411 a	7377 a	11597 ab
5- Compo 24-6-12	7547 a	6581 a	12305 ab
6-Bioteksa 24-06-00	7347 a	8213 a	9345 b

* Literales diferentes indican diferencias ($p < 0.05$) entre tratamientos dentro de cada especie

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La producción de semilla de pastos, utilizados en resiembras de pastizal es una actividad productiva viable en el estado de Chihuahua. A pesar de que los resultados obtenidos corresponden al primer año, se obtuvieron niveles de producción de semilla aceptables en los zacates garrapata y buffel. Los altos rendimientos de forraje obtenidos en las tres especies evaluadas, significan un ingreso adicional a la semilla producida. Las tendencias en rendimiento de semilla indican que los mejores tratamientos de fertilización son con la aplicación de 120-60-00 y 60-30-00 en combinación con micorriza. Sin embargo, es necesario continuar evaluando los lotes de producción de semilla durante varios ciclos para determinar su productividad potencial.

LITERATURA CITADA

- Astier CM, Maass-Moreno M, Etchevers-Barra J. Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*. 2002; 36(5):605-620.
- Beltrán LS, Loredó OC, García DCA, Hernández AJA, Urrutia MJ, Gámez VHG "et al". Llorón imperial y garrapata hércules nuevas variedades de pastos para el altiplano de San Luis Potosí. San Luis Potosí. 2009. Folleto Técnico No. 36. Campo Exp. San Luis. INIFAP. 39 p.
- Carrillo RR, Esqueda CMH, Báez GAD, Reyes LG, Royo MMH, Ibañez GJL. Uso de inoculante y fertilización nitrogenada en la producción de forraje de avena, ballico y trigo. *Rev Mex Cien Pec* 2009; 1(2):131-145.
- Esqueda CMH, Carrillo RRL. Producción de forraje y carne en pastizales resemebrados con gramíneas introducidas. *Tec Pecu Mex* 2001; 39(2):139-152.
- Joaquín TBM, Joaquín SC, Hernández GA, Pérez PJ. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea. *Téc Pecu* 2009; 47(1):69-78.
- Koech OK, Kinuthia RN, Mureithi SM, Karuku GN, Wanjogu RK. Effect of Varied Soil Moisture Content on Seed Yield of Six Range Grasses in the Rangelands of Kenya. *Universal Journal of Agricultural Research* 2014;2(5):174-179.
- Lightbourn RLA. La posibilidad de lo imposible: bioteksa y el nuevo paradigma de la nutrición vegetal. *El Colegio de Chih. Juárez Chih. México*. 2010; (7)225.
- Morales NCR, Melgoza CA. Características Productivas de Zacates Forrajeros Importantes en el Norte de México. Chihuahua, México. 2010. Folleto Técnico No. 28. Sitio Exp. La Campana. INIFAP. 51 p.
- Ramos GJL, Espinoza CJM. Proyecto Nacional de Producción de Semillas Forrajeras. Aguascalientes. 1999. Desplegable Informativo No. 7. Campo Exp. Pabellón.
- Rojas SJ, Moreno SN, Producción y formulación de prototipos de un biofertilizante a partir de bacterias nativas asociadas al cultivo de arroz (*Oryza sativa*). *Rev Col de Biotec* 2008; 10(2):50-62.
- Royo M, Melgoza A, Sierra JS, Carrillo R, Jurado P, Gutiérrez R y Echavarría S. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. Conferencia Magistral. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. UAZ, INIFAP. Abril 20 y 21 de 2005. Zacatecas, Zac. México.

041 SEED CONSUMPTION PREFERENCES OF GRASSLAND SPARROWS FOR NATIVE AND INTRODUCED GRASSES

PREFERENCIAS EN EL CONSUMO DE SEMILLAS DE ZACATES NATIVOS E INTRODUCIDOS POR GORRIONES DE PASTIZAL

Mieke Titulaer y Alicia Melgoza Castillo

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología, Departamento de Recursos Naturales y Ecología, Periférico Fco. R. Almada, Km1, Zootecnia, 31410, Chihuahua, Chihuahua, México, T: +52-614-434-0304, m.titulaer1@gmail.com.

ABSTRACT

The invasion of exotic grass species is one of the biggest threats to grassland bird habitat. The objective of this study was to compare seed preferences of Baird's Sparrow (*Ammodramus bairdii*), Grasshopper Sparrows (*Ammodramus savannarum*) and Savannah Sparrows (*Passerculus sandwichensis*) between three native (*Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula* and *Leptochloa dubia*) and three invasive species (*Eragrostis lehmanniana*, *Pennisetum ciliare* and *Melinis repens*). Furthermore, the influence of the relationship between bill size and handling time on seed preferences was investigated. The seeds were offered in choice trials (all seeds at the same time) and non-choice trials (one seed per trial). The preliminary results show differences in preferences between bird species, although a statistical analysis still needs to be performed. When birds have a choice between all seeds, Baird's and Savannah Sparrows prefer *M. repens* and Grasshopper Sparrows prefer *B. curtipendula*. Differences in preferences seem in line with bill volume differences although further analysis of the relationship with handling time is still in progress. When birds have no choice it appears that they can accept all seeds except for *E. lehmanniana*. This indicates severity of the *E. lehmanniana* invasions in the habitat of grassland birds.

RESUMEN

La invasión de especies de zacates exóticas es una de las mayores amenazas para el hábitat de aves de pastizal. El objetivo de este estudio fue comparar las preferencias de semillas de gorrión de Baird (*Ammodramus bairdii*), gorrión chapulín (*Ammodramus savannarum*) y gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis*) entre tres especies nativas (*Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula* y *Leptochloa dubia*) y tres especies invasoras (*Eragrostis lehmanniana*, *Pennisetum ciliare* y *Melinis repens*). Además se investigó la influencia de la relación entre el tamaño del pico y el tiempo de manipulación sobre las preferencias. Se ofrecieron las semillas en las pruebas de opción múltiple (todas las semillas al mismo tiempo) y pruebas de opción simple (una semilla por prueba). Los resultados preliminares muestran diferencias en las preferencias entre las especies de aves, aunque todavía se tiene que realizar el análisis estadístico. Cuando las aves pueden escoger entre todas las semillas, *A. bairdii* y *P. sandwichensis* prefieren *M. repens* y *A. savannarum* prefiere *B. curtipendula*. Las diferencias en las preferencias parecen de acuerdo con las diferencias en el volumen del pico aunque todavía se está realizando el análisis sobre la relación del pico con el

tiempo de manipulación. Cuando las aves no tienen otra opción, parece que puedan aceptar todas las semillas, con la excepción de *E. lehmanniana*. Esto indica la gravedad de las invasiones *E. lehmanniana* en el hábitat de las aves de pastizal.

INTRODUCTION

Grassland birds are one of the most endangered groups of birds in North America. Some grassland species, such as Baird's Sparrow (*Ammodramus bairdii*) and Grasshopper Sparrow (*Ammodramus savannarum*), have declined by as much as 70-90% since 1966 (Sauer, 2011). The main cause of their declines is the loss of suitable habitat. Threats to grasslands include overgrazing, conversion of grasslands to farmlands, desertification and invasion of exotic plant species (Macías-Duarte and Panjabi, 2013). Granivorous grassland birds are selective in their diet; they do not always consume the most common species and different birds have different preferences (Desmond *et al.*, 2008). It is important to understand the mechanism behind this selectivity to be able to promote plant species that can be used by threatened birds. Selectivity can be a concern when grasslands are invaded by exotic species. Méndez-González (2010) compared sparrow abundance and diversity in grasslands invaded by Lehmann Lovegrass (*Eragrostis lehmanniana*) to native grasslands and found a lower bird abundance and diversity in invaded grasslands. This indicates that for some reason birds are not able to consume this grass profitably. One hypothesis is that handling efficiency can explain why seeds can or cannot be consumed profitably by a particular bird species (Pulliam, 1985). Larger seeds provide more energy per seed than smaller seeds, therefore if larger birds are more efficient in handling larger seeds it can be expected that they prefer large over small seeds. The objective of this study was to compare seed preferences of three grassland sparrows between native and exotic seeds. A second objective was to investigate whether handling time influenced seed preferences.

MATERIALS AND METHODS

The birds used in the experiment were 8 Baird's Sparrows, 7 Grasshopper Sparrows and 7 Savannah Sparrows (*Passerculus sandwichensis*). Birds were captured in the experimental ranch of the University of Chihuahua "Teseachi" (28°32'38" N, 107°26'45" W) and were housed indoor in facilities inside the ranch in individual cages of 1.0 x 0.5 x 0.5 m. Bill length, width and depth and tarsus were measured to the nearest 0.1 mm with a calliper. Body weight was determined to the nearest 0.1 grams. Fat score was measured on a scale from 0 (no fat) to 5 (bulging) as an indication of body condition. Wing and tail length (in mm) were measured with a ruler. After capturing followed a 3 to 4 day adaptation period during which birds were allowed to familiarize themselves with the experimental seeds. The native seed species used were *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula* and *Leptochloa dubia*. These species were chosen because they represent desirable grass species of good forage quality and represent a good grassland condition. The exotic seed species were *Melinis repens*, *Eragrostis lehmanniana* and *Pennisetum ciliare*. These species were chosen because they are the most common introduced grass species in northern Mexico. The experiment took place from November 19 to 27, 2013. From day 1 to day 3 the experimental trials involved the presentation of the 6 seed species simultaneously. The aim of this phase of the experiment was to determine seed preferences when birds had a free choice of all 6

seed species, and can be referred to as choice-trials (Cueto *et al.*, 2006). The second phase of the experiment took place on the 6 remaining days. This part consisted of the presentation of only 1 of the 6 seed species per trial. This second phase can be referred to as the non-choice trials (Cueto *et al.*, 2006). The objective of the non-choice trials was to determine whether the birds could be forced to accept a seed species if there was no other choice. This is important because birds may not prefer invasive seed species, but that does not mean that they cannot use them to survive if there are no other seeds available. One bird of each species was filmed each day during both the adaptation and experimental phase. The videos will be used to determine the handling time of the different seed species to see whether this is related to seed preferences. On November 27 the birds were released in the same pasture as they were caught.

RESULTS AND DISCUSSION

Birds differed significantly in bill volume ($F_{2,21} = 49.69$, $P = 0.000$) but not in body weight ($F_{2,21} = 1.53$, $P = 0.240$, Fig.). Body weight was used here as an indication of body size. Since birds do not differ in their body size, it can be expected that their energy requirements are comparable. Therefore, if differences are found in seed preferences they could be related to the variability in bill size, related to handling efficiency. This will be investigated by analysing the videos, which is still in progress. Figure 1 shows the mean amount consumed in the first part of the experiment for the different seeds and bird species. These results still need to be analysed statistically. However, inspection of the data suggests that the three bird species mainly differ in the consumption of *B. curtipendula* and *M. repens*. Whereas Baird's and Savannah Sparrows prefer *M. repens*, Grasshopper Sparrows appear to prefer *B. curtipendula*. Interestingly, *B. curtipendula* is the largest seed and Grasshopper Sparrows have the largest bills. Furthermore, Savannah Sparrows have the smallest bills and this species does not consume *B. curtipendula* at all, whereas its consumption by Baird's Sparrow is intermediate. There does not seem to be a difference between native and invasive seeds although *E. lehmanniana*, *P. ciliare* seem to be rejected. However, consumption of *L. dubia* is also very low. Figure 2 shows the results of the non-choice trials. This data still needs to be analysed statistically as well, although some preliminary observations can be made. In these trials *B. curtipendula* and *P. ciliare* are the seeds that are consumed differently by the birds. These are the two largest seeds and again the bird species with the largest bill is consuming most of these seeds, followed by the bird species with the intermediate bill size and lastly the bird species with the smallest bill size.

CONCLUSIONS

Savannah Sparrow seems unable to consume sufficient from *P. ciliare* although its consumption of *B. curtipendula* increased somewhat in comparison to the choice-trials. Strikingly, none of the birds seem able to consume *E. lehmanniana* profitably. This indicates that invasion of *E. lehmanniana* could be a serious threat to the survival of these birds.

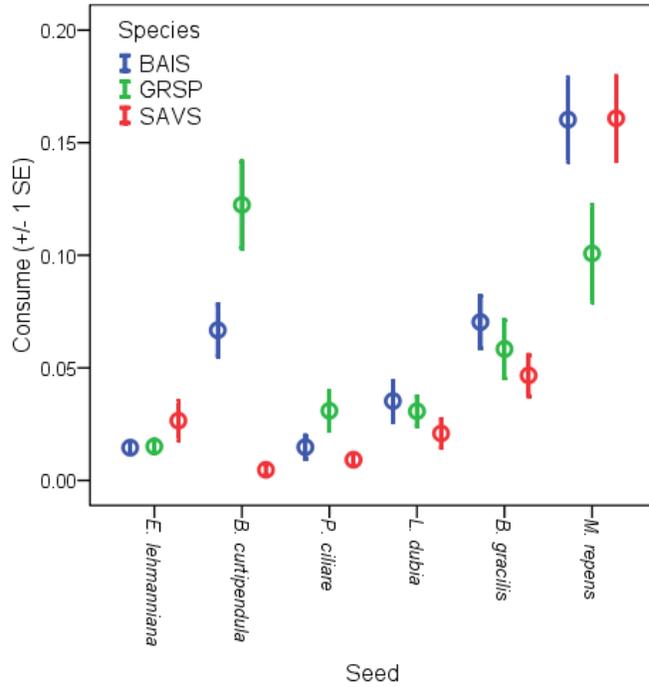


Figure 1. Amount consumed (g, \pm 1 S.E.) per seed species for Baird's Sparrow (BAIS), Grasshopper Sparrow (GRSP) and Savannah Sparrow (SAVS) during the choice trials (6 seeds offered simultaneously).

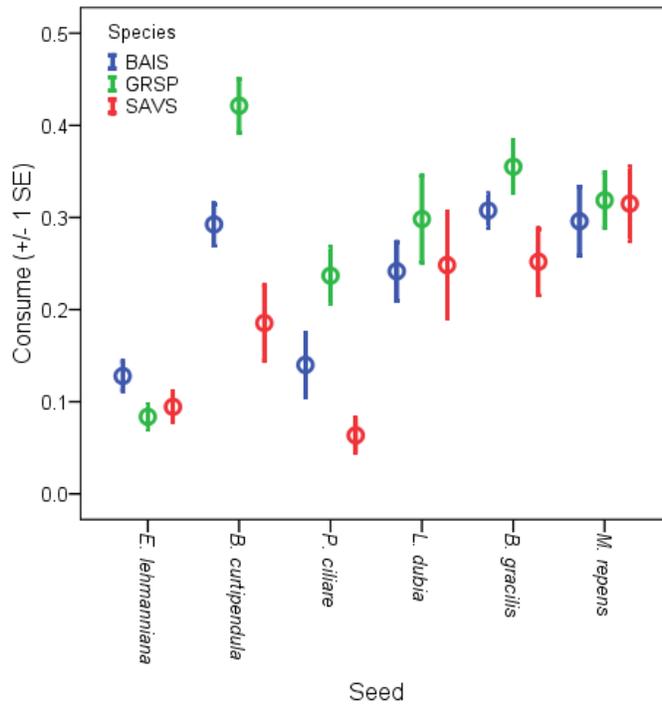


Figure 2. Amount consumed (g, \pm 1 S.E.) per seed species for Baird's Sparrow (BAIS), Grasshopper Sparrow (GRSP) and Savannah Sparrow (SAVS) during the non-choice trials (6 seeds offered separately).

LITERATURE CITED

- Cueto VR, Marone L, Lopez de Casenave J. Seed preferences in sparrow species of the Monte Desert, Argentina: implications for seed-granivore interactions. *Auk* 2006;(123):358-367.
- Desmond MJ, Méndez-González C, Abbott LB. Winter diets and seed selection of granivorous birds in southwestern New Mexico. *Studies Avian Biology* 2008;(37):101-112.
- Macías-Duarte A, Panjabi AO. Association of habitat characteristics with winter survival of a declining grassland bird in Chihuahuan desert grasslands of Mexico. *Auk* 2013;(130):141-149.
- Méndez-González CE. Influence of seed resources on the diet, seed selection, and community dynamics of wintering birds in semi-arid grasslands. [doctoral thesis]. Las Cruces, New Mexico, USA: New Mexico State University; 2010.
- Pulliam HR. Foraging efficiency, resource partitioning, and the coexistence of sparrows. *Ecology* 1985;(66):1829-1836.
- Sauer JR, Hines JE, Fallon JE, Pardieck KL, Ziolkowski Jr. DJ, Link WA. The North American breeding bird survey, results and analysis 1966-2010. Version 12.07.2011. Laurel, MD, USA: USGS Patuxent Wildlife Research Center; 2011.

042 RECOLECTA DE RECURSOS GENÉTICOS DE AZUCHE *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, EN EL TRÓPICO MEXICANO

GENETIC RESOURCES COLLECTION OF *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, IN THE MEXICAN TROPICS

Vega LMA¹, Quero CAR¹, Silva LM², Villanueva AJF³,
Jiménez GR⁴, JF Enríquez Q⁵

¹Ganadería, COLPOS, *Campus* Montecillo; ²INIFAP (CE) Tecoman;
³CE El Verdineño. ⁴CE Iguala, ⁵CE "La Posta".

RESUMEN

Las gramíneas se encuentran ampliamente adaptadas a la diversidad de ecosistemas en el planeta. La riqueza de morfotipos y citotipos se encuentra ampliamente representada en los centros de origen de especie. México depende, para condiciones tropicales y de producción intensiva, de recursos genéticos de especies de gramíneas africanas; sin embargo, existen materiales nativos competitivos para el pastoreo, nativos de tierras inundables tropicales, escasamente evaluados, caracterizados y utilizados. Se realizaron viajes de recolecta en diversos estados de la república para recolectar ecotipos de *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, especie nativa de México que se desarrolla en áreas inundables y con fotosíntesis C₃, lo que la hace una alternativa valiosa, por su digestibilidad elevada. Se reportan 41 genotipos colectados sobrevivientes, originarios de ocho estados de la República, los cuales se establecieron en un vivero *ex situ* (CE "La Huerta"; INIFAP, Jalisco), en parcelas de 1x4m en tres repeticiones. Se observa amplia diversidad morfológica, la cual se monitorea, hasta su estabilización. Esta colecta será la base para estudios agronómicos y será resguardada en INIFAP-CNRG.

Palabras Clave: *Hymenachne amplexicaulis*, diversidad genética, recolecta

ABSTRACT

Grasses (Poaceae) are well adapted to a wide diversity of ecosystems on the planet. One species' center of diversity is a source for morphotypes and cytotypes richness. Tropical México depends, for intensive production within tropical areas of African in origin grasses; however, competitive native to México species do exist in tropical wetlands of México and those are poorly collected, studied and used. Collect trips were organized and samples of *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees., ecotypes were placed within an *ex situ* paddock at CE La Huerta (INIFAP, Jalisco). Three 4m x2m plots were established with three replicated per collected genotype, and these were original to eight Mexican states. A wide morphological diversity has been observed during the adaptation period. Once these plants share a common environment it will be the basis for agronomic studies. Plant material will be secured under the program for genetic resources conservation at the INIFAP's National Center of Genetic Resources (CNRG) for future studies.

Key words: *Hymenachne amplexicaulis*, genetic diversity, assembling.

INTRODUCCIÓN

Las tierras bajas tropicales de México soportan a la ganadería durante el estiaje, especialmente en Tabasco, Campeche y Chiapas. *Hymenachne*, género nativo de América tropical y dos especies crecen en nuestro país en dichas áreas. *H. amplexicaulis* es sexual, diploide, cuya diversidad ha sido escasamente estudiada. La recolección, conservación y aprovechamiento de recursos forrajeros en el centro de origen es fundamental para mantener y mejorar la producción forrajera, base para alimento del ganado (Do Valle, 2001). La disponibilidad de variabilidad genética es clave para iniciar programas de selección y mejoramiento genético. La caracterización de la recolecta asegura la mayor diversidad, se seleccionan ecotipos sobresalientes y se efectúa la caracterización forrajera mediante evaluación de descriptores (Quero, *et al.*, 2003). El objetivo fue muestrear la diversidad de esta especie en zonas bajas inundables del trópico mexicano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron recorridos en áreas bajas inundables de Veracruz, Tabasco, Guerrero, Michoacán, Colima, Nayarit y Jalisco (Fig. 1). Macollos individuales de *H. amplexicaulis* se recolectaron de Diciembre de 2012 a Mayo de 2013, al considerar bajo el nivel de humedales, éstos se clasificaron por sitio como ecotipo, se identificaron y colocaron en cajones cubiertos y con sustrato húmedo (pet-moss y vermiculita; 3:1; v:v). Cada sitio se identificó con la siguiente información.

Fecha de colecta	Nombre de la localidad
Nombre de los colectores	Ubicación geográfica del sitio de colecta
Número de la colecta o población	Fisiografía del sitio de colecta

Establecimiento de parcelas. Los materiales fueron multiplicados clonalmente, establecidos maceta plástica (4l) para asegurar supervivencia. Posteriormente, los ecotipos se establecieron en parcelas 2 por 4m, con cuatro surcos de cinco plantas a 50cm de separación y 2m entre ecotipos (parcelas), bajo diseño bloques al azar con tres repeticiones. La colecta *ex situ* se estableció en el Sitio Experimental Costa de Jalisco de INIFAP, a 19° 31' 15" LN y 104° 32' 00" LO y 298 msnm, clima Aw_1 (Ruiz *et al.*, 2003), cálido con lluvias en verano (1, 452mm anuales); suelo Feozem háplico y pH, hasta 30cm, ligeramente ácido con 6.1. Se aplicaron riegos de auxilio; posteriormente, se manejó en condiciones de temporal. Se definió por morfología forrajera: relación hoja:tallo, densidad de estolones enraizados, establecimiento, riqueza de hoja) a ecotipos sobresalientes. Se seleccionaron ocho para estudios posteriores.

Se incluyeron en esta recolecta 41 ecotipos (Cuadro 1), aunque a la fecha se tienen 66 sitios recolectados, de diferentes estados del país; los cuales, se establecieron en parcelas con tres repeticiones cada una, se seleccionaron ocho ecotipos para estudios posteriores de análisis de crecimiento y calidad de forraje. Los materiales sobrevivieron hasta su sitio de establecimiento sin problema con el manejo aplicado, mostraron amplia plasticidad morfológica durante su

establecimiento, consistente con su hábito de crecimiento bajo condiciones inundables. Se observó variabilidad en capacidad de establecimiento, cobertura, densidad de estolones enraizados, ancho de hoja, textura foliar, densidad de tallos florales. Esta es una especie con amplio potencial para zonas tropicales con producción intensiva bajo riego. Su estructura foliar C_3 , similar a especies templadas como ryegrass, la hace una especie interesante a explorar en diversos aspectos: respuesta a la defoliación (agronómica) y pastoreo, respuesta a la fertilización, respuesta a diferentes frecuencias e intensidades de riego. Los recursos genéticos de esta especie están resguardados y se encuentran en caracterización para su mejor utilización bajo pastoreo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Figura 1. Ruta de recolecta de de *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees.



CONCLUSIONES

Los ecotipos colectados se encuentran resguardados *ex situ* y mostraron buena capacidad de establecimiento en las parcelas comunes.

Se observó amplia diversidad morfológica y plasticidad fenotípica en los materiales colectados.

Los materiales serán la base para estudios de selección y se resguardarán en el CNRG-INIFAP.

Agradecimientos. Se agradece a las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su apoyo para la consolidación del presente trabajo.

Cuadro 1. Ecotipos recolectados de *Hymenachne amplexicaulis*, en México

Sitio	Localización		asnm	Municipio	Localidad
	Genotipo	Latitud N			
1	19°26'814"	104°25'758"	569	Cuautitlan, Jal.	Crucero Casa Blanca
2	19°26'547"	104°23'680"	570	Cuautitlan, Jal.	Rancho Efraín Cruz
3	19°26'585"	104°26'772"	580	Cuautitlan, Jal.	Rancho Nefalí Glez.
4	19°30'866"	104°36'468"	281	La Huerta, Jal.	Rancho L Escondido
5	19°32'107"	104°31'263"	370	Casimiro C, Jal.	Laguna Rosario
6	19°21'078"	104°57'861"	38	Colima	La Central
7	19°43'699"	104°43'699"	899	Autlan, Jal.	El Chante
8	19°39'711"	105°10'591"	13	Morelos, Jal.	Quebr. Pte San Nicolás
9	19°24'365"	104°57'650"	11	La Huerta, Jal.	Puente Cuismala
10	19°21'607"	104°52'537"	17	La Huerta, Jal.	Miguel Hgo, Audel T.
11	19°37'339"	104°25'859"	356	Casimiro C, Jal.	Camino Naranjera
12	19°38'516"	104°25'833"	376	Casimiro C, Jal.	Chipilpitan
13	19°48'056"	104°43'090"	643	Villa Purif, Jal.	Rancho Casa Alta
14	19°52'433"	104°36'688"	744	Villa Purif, Jal.	Pabelo
15	19°40'072"	104°34'328"	595	Villa Purif, Jal.	Carreón
16	17°15'41.51"	100°52'10.82"	18	Guerrero	SL San Pedro
17	17°16'22.00"	100°57'16.23"	21	Guerrero	Acapulco-Zihuatanejo
18	17°58'54.57"	101°56'00.71"	50	Michoacán	Lázaro Cárdenas
19	17°50'31.51"	93°23'13.12"	34	Tabasco	Tabasco
20	18°21'05.76"	100°40'28.14"	257	Guerrero	Cd. Altamirano
21	17°30'50.69"	99°29'01.01"	1192	Guerrero	Palomar
22	17°58'28.25"	100°35'48.46"	1301	Guerrero	Llano Grande
23	16°46'12.99"	99°13'19.64"	35	Guerrero	L de Chapultepec
24	16°45'30.56"	99°12'16.74"	30	Guerrero	Las Vigas
25	20°00'903"	105°21'449"	46	Tomatlán, Jal.	Gargantillo
26	20°00'675"	105°15'809"	87	Tomatlán, Jal.	El Tule
27	19°59'292"	105°18'970"	40	Tomatlán, Jal.	Sitio Exp.
28	19°43'209"	105°08'552"	17	Tomatlán, Jal.	Bola Gorda (Mor)
29	19°51'875"	105°19'2938"	10	Tomatlán, Jal.	La Cumbre
30	20°02'720"	105°18'362"	64	Tomatlán, Jal.	El Tequesquite
31	18°21'05.76"	100°40'28.14"	257	Guerrero	Cd. Altamirano
32	20°00'819"	105°13'536"	78	Tomatlán, Jal.	Cajón de Peñas
33	19°57'362"	105°15'875"	34	Tomatlán, Jal.	Tomatlán-SAGARPA
34	18°33'01.20"	95°43'47.4"	6	Veracruz	Mocambo Alvarado
35	18°46'30.6"	95°45'33.2"	43	Veracruz	Puente Alvarado
36	18°36'40.00"	95°42'03.28"	5	Veracruz	Tlacotalpan
37	19°37'57.3"	104°29'12.6"	316	Casimiro C, Jal.	Laguna Capulín
38	19°38'12.6"	104°31'13.50"	305	Casimiro C, Jal.	C de Piedra lo Arado
39	19°38'56.06"	104°30'2.2"	317	Casimiro C, Jal.	C a Basurero Mpal.
40	19°01'00.66"	96°08'15.74"	26	Veracruz	La Posta
41	21°49'32.71"	105°11'00.67"	18	Nayarit	Verdineño

LITERATURA CITADA

- Do Valle, C. B. 2001. Genetic resources for tropical areas: achievements and perspectives. *In: Proc. XIX Int. Grassland Congress. São Pedro, São Paulo, Brazil. Brazilian Society of Animal Husbandry. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba, Brasil. pp: 477–482.*
- Quero, C. A., C. R. Morales, L. Miranda, y J. F. Enríquez. 2003. Recursos genéticos de gramíneas forrajeras nativas. El complejo de zacate banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. XXXIX Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. UNAM. México, DF. pp: 424 (Resumen).
- Ruiz C J A, González A I J, Regalado R J R, Anguiano C J Vizcaíno V I y González E D R (2003) Recursos edafo-climáticos para la planeación de sector productivo en el estado de Jalisco. INIFAP. Libro técnico No. 2. pp 172

043 APLICACIÓN DE SENSORES REMOTOS EN LA DINAMICA DE CAMBIOS DE COMUNIDADES DE PASTIZAL EN EL DESIERTO DE CHIHUAHUA

APPLICATION OF REMOTE SENSING TO THE CHANGE DYNAMICS OF GRASSLAND COMMUNITIES OF THE CHIHUAHUAN DESERT

Alfredo Pinedo Álvarez¹, Carmelo Pinedo Álvarez^{2*}, Carlos Manjarrez Domínguez¹
Federico Villarreal Guerrero², Nathalie Socorro Hernández Quiroz²

¹Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua.

²Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua.

Perif. R. Almada Km 1 s/n, CP 31453, Chihuahua, Chihuahua, México

cpinedo@uach.mx

RESÚMEN

Las ecorregiones del desierto están sujetas a diferentes niveles de estrés debido a los efectos de los cambios de uso del suelo. Este estudio evaluó la dinámica de cambios de los pastizales del desierto de Chihuahua. Para ello, se utilizaron nueve escenas del sensor Landsat TM5 de los años 1990, 2000 y 2012. La clasificación de coberturas de uso del suelo se obtuvieron con el algoritmo de máxima probabilidad gaussiana del método supervisado y el nivel de precisión se evaluó mediante el índice multivariado Kappa. La clasificación mostró buen nivel de confianza con valores de 93 % para 1990, 93.2% en el 2000 y 90.3 % en el 2012. La superficie de agricultura de riego y el matorral desértico aumentaron 3.89% y 6.37%, respectivamente entre 1990 y 2012. En contraste, las comunidades de pastizales disminuyeron 30.7 %. El aumento de áreas agrícolas y de matorral de desierto se asocia a problemas de sobrepastoreo y variabilidad climática. Estos factores contribuyen en forma directa a la baja productividad de forraje en las comunidades de pastizales. Estos procesos implican costos ecológicos, económicos y sociales que requieren evaluarse. El uso de sensores remotos facilitan el monitoreo y la evaluación de los cambios del uso del suelo.

Palabras clave: Landsat TM5, Kappa, uso del suelo.

ABSTRACT

The ecoregions of the desert are under different levels of stress due to the effects of land use change. This study evaluated the dynamic changes of the grassland communities of the Chihuahuan desert. For that, nine scenes of the Landsat TM5 sensor from the years 1990, 2000 and 2012 were used. The classification of land use was obtained with the algorithm of maximum Gaussian probability of the supervised method, and the precision level was evaluated through the multivariate Kappa index. Such classification showed a good level of agreement with values of 93% for the year 1990, 93.2% for 2000 and 90.3% for 2012. The surface area of both, the agricultural use and the desert scrubs increased 3.89% and 6.37%, respectively during the period 1990-2012. In contrast, the area of grassland communities decreased 30.7%. The

increment in areas of agriculture and desert scrubs is associated to overgrazing and climate variability issues. These factors directly affect the forage productivity of the grassland communities. These processes imply ecological, economical and social costs, which require evaluation. The use of remote sensing facilitate the monitoring and evaluation of land use change on grassland ecosystems.

Key words: Landsat TM5, Kappa, land use.

INTRODUCCIÓN

Las ecorregiones del desierto y semidesierto del estado de Chihuahua están sujetas a diferentes estados de estrés debido a los efectos combinados de los crecientes cambios de uso del suelo, sobrepastoreo, crecimiento y demandas de la población y el cambio climático. Las comunidades de plantas y animales como componentes naturales de estas ecorregiones, manifiestan pérdidas en su estado de salud (Chávez y González, 2009), lo que impacta en un sentido negativo la economía de la producción de bovinos de carne, los servicios ambientales y cambios en el clima local (ECOPAD, 2007). La historia de deterioro de los pastizales está ampliamente documentada por diversos autores (CFAN-CID, 1965; Chávez y González, 2009). Los resultados reiteran el progresivo estado de su deterioro; el 85 % de los predios bajo sobrepastoreo, 87.5 % con problemas de erosión y una disminución del 12.8 % de la superficie de pastizales medianos. Con respecto a la variabilidad climática, datos recientes indican que de acuerdo con la cantidad y distribución de la precipitación pluvial, durante el 2011, la cantidad de forraje disponible se ubicó en una situación crítica para los pastizales del desierto y semidesierto con impactos negativos en la economía del sistema vaca-cría (Pinedo *et al.*, 2013). Las malas prácticas de manejo del pastizal y los crecientes cambios de uso de suelo y vegetación se han incrementado en velocidad y extensión (Challenger y Dirzo *et al.*, 2009; Velázquez *et al.*, 2005) lo cual ha resultado en el reemplazo de comunidades de gramíneas por especies arbustivas las cuales son menos eficientes en el uso del agua pero más tolerantes al estrés por calor (Cheng *et al.*, 2007). En ese sentido, el análisis de los cambios que ocurren en la vegetación a través del tiempo y del espacio permite entender cómo operan los procesos de regeneración, sucesión o degradación de los ecosistemas (Forman, 1995; Vitousek *et al.*, 1997; Farina, 1998). En México se han llevado a cabo estudios de este tipo empleando diferentes técnicas y metodologías (Dirzo y García, 1991; Mas *et al.*, 1996; Velázquez *et al.*, 2003) y se han concentrado en el trópico húmedo o zonas de selvas (Rosete *et al.*, 2008). Caracterizar la cobertura terrestre, el uso del suelo de un área, así como sus cambios espacio temporales en relación con las actividades humanas, es fundamental para entender y predecir la dinámica de los componentes del paisaje. Además, proporciona un marco de referencia para el estudio de la sucesión y la dinámica de los ecosistemas, así como para el diseño de políticas y estrategias de planificación, conservación y manejo sostenible de los recursos naturales. La aplicación de técnicas basadas en sensores remotos proporcionan una base fuerte en el empleo de metodologías que permiten monitorear los patrones ligados a la dinámica espacial y temporal de actividades antrópicas (Hoechstetter *et al.*, 2008). El análisis y la interpretación de imágenes de satélite han tenido un uso importante en el mapeo y generación de cartografía de las comunidades vegetales

(Gu *et al.*, 2013). La integración de los datos para su análisis en herramientas como Sistemas de Información Geográfica, permiten beneficios en la obtención de la información que incluyen el análisis detallado de pequeñas áreas, así como de grandes extensiones con una precisión razonable (Marsett *et al.*, 2006).

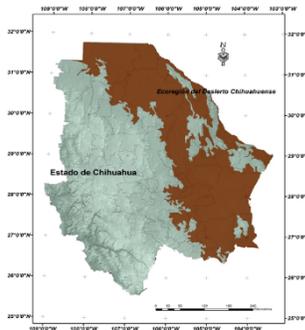
Este estudio tuvo como objetivo evaluar la dinámica de cambios del uso de suelo y vegetación a través de sensores remotos en los pastizales del desierto de Chihuahua en el periodo 1990 - 2012.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se realizó en comunidades de pastizales localizadas en el desierto de Chihuahua. Esta ecoregión se ubica geográficamente entre los paralelos 26° 00' y 32° 00' de latitud norte y los meridianos 103° 0' y 107° 0' de longitud oeste (Figura 1).

Metodología

El análisis de la dinámica temporal se apoyó en nueve escenas de Landsat TM5 de los años 1990, 2000 y 2012. Las escenas con Path/Row 34-48, 34-39, 33-38, 33-39, 33-40, 32-39, 32-40, 32-41, 31-40 y 31-41, fueron fusionadas y segmentadas conforme al área de estudio. Se utilizaron Modelos Digitales de Elevación (MDE) como ajustes geométricos de las bandas de Landsat TM con apoyo de cartografía



topográfica escala 1:50,000.

Figura 1. Localización de la ecoregión del desierto de Chihuahua.

Para ajustes radiométricos se usaron los metadatos del servidor de imágenes gratuitas Global Visual (GLOVIS). Los datos fueron transformados de Niveles Digitales (ND's) a medias físicas de reflectancia. Para el análisis de la vegetación se aplicaron técnicas de frecuencias categóricas y separabilidad espectral entre clases por el método de Jeffreys-Matusita y la distancia de Bhattacharyya. Para verificar y cuantificar el error de la clasificación multispectral se empleó el índice discreto Kappa a través de un diseño de muestreo aleatorio estratificado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Clasificación Multiespectral de Uso de Suelo y Vegetación

El algoritmo de máxima probabilidad gaussiana ajustó ocho clases de cobertura de interés; agricultura de riego (AR), agricultura de temporal (AT), bosque de encino-pino (Bqp), cuerpos de agua (CA), matorral desértico micrófilo (MD), áreas de pastizal (AP) y asentamientos humanos (AH) (Figura 2).

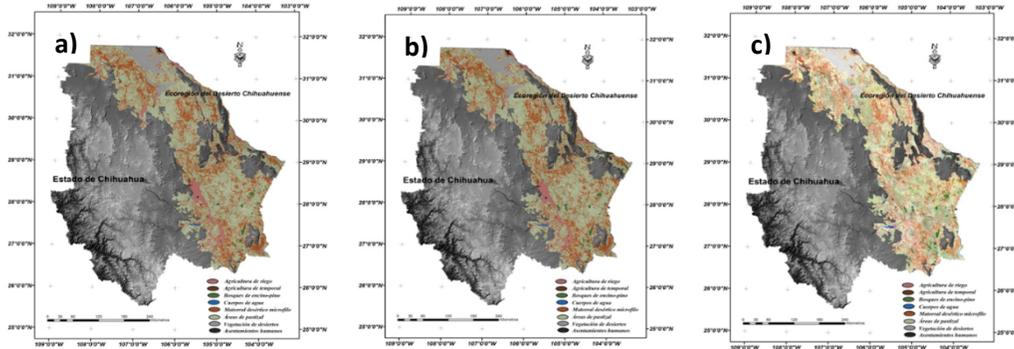


Figura 2. Clasificación multiespectral del sensor Landsat TM5; a) 1990, b) 2000 y c) 2012.

Separabilidad espectral

La técnica de Bhattacharyya separó los cuerpos de agua (CA) con una distancia de 5 para 1990, de 4 para el 2000 y de 4.3 para el 2012 (Figura 3).

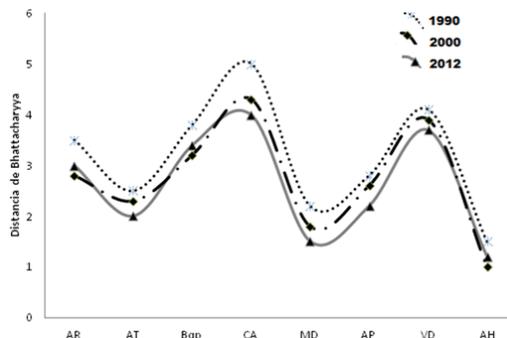


Figura 3. Separabilidad espectral usando la distancia de Bhattacharyya para el periodo 1990 al 2012.

Análisis de la dinámica de cambios

En base a la clasificación de imágenes multitemporales (1990, 2000 y 2012), el cuadro 1 presenta la dinámica de cambios en el área de estudio. Las áreas de agricultura de riego (AR) incrementaron su superficie en tierras de pastizales al pasar de 375,178.56 ha en 1990 a 389,786.97 ha en el 2012. Esta tendencia representó una tasa de cambio de -3.89%.

Pinedo *et al.*, (2013) estimaron una tasa de cambios para la región del desierto de Ojinaga en 5.7% en 15 años. Las causas se deben a un incremento de la actividad productiva en algunos cultivos de alto valor comercial como el nogal, durazno y otros

cultivos. Al contrario, las áreas de pastizal (AP) disminuyeron a una tasa de 30.7% en el período.

Validación de la información

La exactitud global de las clasificaciones se presentó para para el año de 1990 de 93 %, para el 2000 93.2 y finalmente para el año 2012 una precisión de 90.3 %.

Cuadro 1. Dinámica de cambios en pastizales del desierto en los periodos 1990, 2000 y 2012.

Tipo de vegetación	Periodo		Relación de cambio		
	1990	2012	Diferencia (ha)	Diferencia (%)	Anual (%)
AR	375,178.56	389,786.97	-14,608.41	-3.89	-0.18
AT	98,231.12	68,052.98	30,178.14	30.72	1.40
Bqp	11,456.56	8,397.78	3,058.78	26.70	1.21
CA	39,656.25	36,864.87	2,791.38	7.04	0.32
MD	6,996,188	7,441,765.76	-445,577.50	-6.37	-0.29
AP	1,789,865.36	1,240,456.59	549,408.77	30.70	1.40
VD	469,368.65	592,332.84	-122,964.19	-26.20	-1.19
AH	37,698.36	39,986.84	-2,288.48	-6.07	-0.28

CONCLUSIONES

La obtención de una línea base sobre la dinámica de cambios de comunidades del desierto basadas en el uso de la tecnología satelital, proporcionan un elemento clave en los procesos de desarrollo sostenible orientado a establecer un balance entre las actividades ganaderas, la agricultura y planes de conservación a diferentes niveles de organización.

LITERATURA CITADA

- Bocco G, Mendoza M. Velázquez A. Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping-a tool for land use planning in developing countries. *Geomorphology*. 2001; 139:211-219.
- Challenger A, Dirzo R. Factores de cambio y estado de la biodiversidad, In: Dirzo, R, R. González y J.I. March (eds.), *Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*, CONABIO, México, D.F. 2009; pp. 37-73.
- Cheng X L, An S, Chen J, Li B, Liu Y and Liu S. Spatial relationships among species, above-ground biomass, N, and P in degraded grasslands in Ordos Plateau, northwestern China *J. Arid Environ*. 2007; 68 652–67

- Dirzo R. García M. C. "Rates of deforestation in Los Tuxtlas a Neotropical area in southeast Mexico", *Conservation Biology*, 1991; 6: 84–90.
- ECOPAD,. Estrategia para la Conservación para los Pastizales del Estado de Chihuahua. Aguirre, C., J. Hoth y A. Lafón (Eds.). Chihuahua, Chih. www.wwf.org.mx/wwfmex/archivos/dc/Ecopad_2007.pdf Consultado May. 2007; 23, 2012.
- Farina, A. Principles and methods in landscape ecology, Chapman & Hall, London 1998; 8:225-236.
- Forman RT. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology* 1995; 10(3):133-142.
- Hernández QN. 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. 2006.
- Mas JF, Velázquez A, Couturier S. La evaluación de los cambios de cobertura/uso del suelo en la República Mexicana. *Investigación Ambiental*; 2009; 1: 23-39.
- Pinedo A A. Modelación de atributos de bosques templados con Landsat TM y SPOT HRV e índice de sitio como indicador de productividad. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Chihuahua. 2008.
- Pinedo AC, Hernández QNS, Melgoza CA, Rentería VM, Vélez SVC, Morales NC, *et al.* Diagnóstico Actual Y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático. Cuerpo Académico de Recursos Naturales y Ecología (UACH-CA16). Facultad de Zootecnia y Ecología, 2013. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Mex.
- Pinedo AC, Hernández QNS, Melgoza CA, Rentería VM, Vélez SVC, Morales NC, *et al.* Diagnóstico Actual y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático. Cuerpo Académico de Recursos Naturales y Ecología (UACH-CA16). Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. 2013.
- Rescia AJ, Schmitz MF, Martín de Agar, P De Pablo, CL, Atauri, JA y FD Pineda. Influence of landscape complexity and land management on woody plant diversity in northern Spain. *Journal of vegetation. Science*, 1994; 5: 505-516.
- Velázquez A, Mas JF, Díaz-Gallegos JR. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica INE-SEMARNAT México* 2002; 62:21-37.
- Velázquez E, Mas JF, Bray D. y Bocco G. Situación actual y prospectiva del cambio de la cubierta vegetal y usos del suelo en México. En: Más allá de las Metas de Desarrollo del Milenio. CONAPO. 2005; 391-416. ISBN.970-628-845-7.

044 CONSUMO DE NUTRIENTES POR OVEJAS DE PELO EN PRADERAS DE PASTO PANGOLA (*Digitaria decumbens*)

NUTRIENT CONSUMPTION BY HAIR SHEEP ON GRASSLAND OF PANGOLA GRASS (*Digitaria decumbens*)

Cárdenas Sánchez Jesús Alberto

Sitio Experimental "El Verdineño". SAGARPA-INIFAP-CIRPAC
Km. 7.5 Carretera Navarrete-Sauta. C. P. 63570. Tel/Fax. (323)234-7800
cardenas.alberto@inifap.gob.mx

RESUMEN

Para estimar el consumo de proteína cruda (PC) y de energía metabolizable (EM) por ovejas en una pradera de pasto Pangola, se realizó un estudio en el Sitio Experimental "El Verdineño", en Nayarit. Con 100 ovejas Pelibuey y una pradera dividida en 10 lotes de 2000 m² c/u. La estimación del consumo de PC y de EM se realizó durante un año, con muestreos antes y después de cada pastoreo. Se utilizaron tres exclusiones de 1.0 m² por lote para estimar forraje disponible (FD) y forraje remanente (FR). Las muestras obtenidas se secaron a 55 °C hasta peso constante. Se hicieron determinaciones de materia seca (MS), fibra detergente neutro (FDN) fibra detergente ácido (FDA) y digestibilidad *in vitro* (DIV). El consumo de PC y EM, se estimó por diferencia del contenido de estos nutrimentos entre el FD y el FR. La información se analizó utilizando un modelo que incluyó el efecto fijo del MES de muestreo sobre el contenido de MS, PC, EM, FDN, FDA y DIV, utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS. El consumo de PC promedió 103±12 g, existiendo diferencias (P<.05) por MES. El consumo de EM promedió 2.16±.02 Mcal/oveja/día. Se estimó que el forraje seleccionado por las ovejas contenía 9.9%±1.1 de PC y 2.08±.02 Mcal/kg. La cantidad consumida de PC y EM del pasto Pangola durante el año, compensaron los requerimientos de ovejas Pelibuey de 35 kg de peso vivo, bajo un sistema de manejo de un parto por año.

Palabras clave: Ovejas de pelo, Pasto Pangola, Consumo de nutrientes.

ABSTRACT.

The aim of this study was to estimate crude protein (CP) and metabolizable energy (ME) intake of grazing ewes in a Pangola grass prairie. The study was conducted at the Experimental Station "El Verdineño" in Nayarit, México. One hundred Pelybuey ewes in 10 paddocks of 2000 m² each were used. Nutrient intake of PC and MS was estimated for one year using the before and after cutting samples method after each grazing period. Three exclusions of 1.0 m² per paddock were used to estimate available forage (AF) and residual forage (RF). The samples were dried at 55 °C until constant weight. Determinations of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) were made. Intake of CP and DM was estimated by difference by the content of these nutrients between the AF and RF. Data was analyzed using a model that included the fixed effect of month on the content of DM, CP, ME, NDF, ADF, and IVDMD using the GLM procedure of SAS. Average of PC

intake was 103 ± 12 g, showed differences ($P < .05$) among months. ME intake averaged $2.16 \pm .02$ Mcal/ewe/day. In conclusion: selected forage by sheep contained $9.9\% \pm 1.1$ of CP and $2.08 \pm .02$ Mcal/kg. PC and EM intake in Pangola grass covered 35 kg LW ewes requirements through the year under one lambing year system.

Key words: Hair sheep, Pangola grass, Nutrients consumption.

INTRODUCCIÓN.

Las ovejas de pelo tradicionalmente se han manejado bajo sistemas extensivos donde la disponibilidad de forraje cambia a lo largo del año. Actualmente, el aumento en la demanda de carne para consumo humano presenta la necesidad de implementar sistemas mas intensivos donde se pueda producir una mayor cantidad de carne por hectárea. Considerando que la manera más eficiente de alimentar el rebaño es el pastoreo (Galaviz *et al.*, 1992), y que en las áreas tropicales existe una fuerte limitante de disponibilidad de forraje durante la época de estiaje, se requiere de implementar un sistema de alimentación basado en la utilización de esquilmos agrícolas y subproductos agroindustriales o utilizando praderas de riego, de tal manera que los rebaños se puedan alimentar adecuadamente todo el año. El pastoreo de praderas de riego con ovinos hace más eficiente la producción y baja los costos (Galavíz *et al.*, 1992). Existen pocas evaluaciones de producción de forraje en praderas donde las mediciones se realicen utilizando el pastoreo con ovinos, (Duarte *et al.*, 1991). Además, existe escasa información sobre los nutrientes que aporta una pradera pastoreada con ovejas de pelo, por lo que se propuso este estudio con el fin de estimar el consumo de proteína y energía metabolizable por ovejas de pelo alimentadas con pasto Pangola en un sistema de pastoreo intensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS.

El estudio se llevó a cabo en el Sitio Experimental El Verdineño, ubicado en el municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Se utilizó una pradera de pasto Pangola (*Digitaria decumbens*) con una superficie de 2 hectáreas dividida en 10 potreros de 2000 m^2 c/u y una carga animal inicial de 50 borregas por hectárea. Las praderas se regaron cada 15 días durante la época de secas y se fertilizaron con 200 kg de nitrógeno/ha. La carga animal se ajusto modificando el número de ovejas por hectárea, los días de utilización de la pradera y los días entre cada pastoreo. Los intervalos entre pastoreos fueron desde 26 hasta 63 días. Las evaluaciones se realizaron durante trece meses de octubre a octubre y de acuerdo al método del cuadrado, para lo cual se realizaron cortes antes y después del pastoreo utilizando tres exclusiones de 1 m^2 , para estimar el forraje disponible y remanente en la pradera.

Las muestras obtenidas se secaron a $55 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta peso constante. El consumo de forraje se estimó por diferencia entre el FO y FR. Se crearon alícuotas mensuales con las muestras colectadas de cada una de las tres repeticiones, para determinar FDN, FDA y DIV. La DIVMS se estimó por medio de la técnica de Tilley y Terry (1963) y las fracciones de fibra (FDN y FDN) por el método de Van Soest y Robertson (1985) utilizando un analizador de fibras ANKOM™. La PC se estimó por el método de Kjeldahl (AOAC. 1990). La concentración de energía metabolizable (EM) fue valorada a partir de TND y éstos a su vez, a partir de PC y FDA en el FO y FR, (Moore, 1996). El contenido

de PC y EM del forraje consumido se estimó con la diferencia en el contenido de estos en FO y FR. El consumo de PC y EM se estimó multiplicando los valores obtenidos, por el consumo de materia seca (CMS) en cada mes de muestreo. La información se analizó utilizando un modelo que incluyó el efecto fijo del mes de muestreo y tipo de muestra (FO y FR) sobre el contenido de MS, PC, EM, FDN, FDA y DIVMS, utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS. Para el consumo de PC y EM se utilizó un modelo que solo incluyó el efecto de mes de muestreo, y la comparación de medias se realizó por medio de la prueba de SNK (SAS 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el Cuadro 1 se muestran los promedios por mes de muestreo, del contenido estimado de PC, FDN, FDA, DIV y EM en el FO y FR. El contenido promedio de PC fue mayor ($P<.05$) en el FO (7.7 %) que en el FR (5.0 %), obteniéndose el mejor valor de PC en el mes de abril con un promedio de (8.1%) y los menores valores se encontraron en los meses de mayo a octubre, con un promedio 5.6%. En contraste, Rodríguez y Eguiarte (1991), mencionan que los pastos tienden a tener menor contenido de PC y DIV en época de frío. La digestibilidad *in vitro* de las muestras de pasto Pangola fueron mayores ($P<.05$) para FO en relación a FR obteniéndose porcentajes de 61.8 y 53.5 respectivamente. Estos resultados son similares a los encontrados por Cantón *et al.*, (1991), para digestibilidad de otros pastos tropicales como el Buffel y Estrella de África (69 y 61% respectivamente). El pasto Pangola tuvo mejor DIV en los meses marzo a julio y la menor en los meses de octubre a enero, que corresponden también a la época de menor producción de forraje (Cárdenas, 2003). Por ultimo se muestra el contenido estimado de EM y los promedios para FO y FR los cuales fueron diferentes estadísticamente ($P<.05$) con promedio de 2.1 y 2.0 Mcal/kg respectivamente.

cuadro 1. Consumo de forraje oveja/día (g), porcentaje de fibra detergente ácido y neutro, total de nutrientes digestibles, digestibilidad *in vitro* y contenido de proteína cruda (g) y energía metabolizable (Mcal/kg) del pasto Pangola por mes y por tipo de

MES	CONSUMO	FDA	FDN	PC	TND	DIV	EM	
OCTUBRE	726 a	45 b	73 a	4.6 e	48 c	57 cd	2.05 dc	
NOVIEMBRE	1,215 b	46 ab	74 a	6.6 cd	49 c	57 cd	2.05 dc	
DICIEMBRE	1,215 b	46 a	73 a	7.1 bc	48 c	54 de	2.02 d	
ENERO	1,247 b	45 b	73 a	7.1 bc	49 bc	54 de	2.05 dc	
MARZO	1,146 b	44 c	69 a	7.4 b	51 a	60 ab	2.10 ab	
ABRIL	1,170 b	43 c	75 a	8.1 a	51 a	62 a	2.13 a	
MAYO	1,017 ab	44 c	72 a	5.8 d	50 b	61 ab	2.10 ab	
JUNIO	1,017 ab	45 b	73 a	6.3 cd	49 bc	60 ab	2.06 bc	
JULIO	1,044 ab	45 b	72 a	5.9 d	49 bc	60 bc	2.06 bc	
AGOSTO	1,088 ab	45 b	77 a	5.8 d	49 c	58 cd	2.05 dc	
SEPTIEMBRE	950 ab	45 b	71 a	6.1 d	49 bc	56 de	2.05 dc	
OCTUBRE2	885 a	45 b	72 a	5.8 d	49 c	53 e	2.01 d	
Forraje ofrecido	--	--	44 b	72 a	7.7 a	50 a	62 a	2.10 a
Forraje rechazado	--	--	45 a	73 a	5.0 b	48 b	53 b	2.02 b

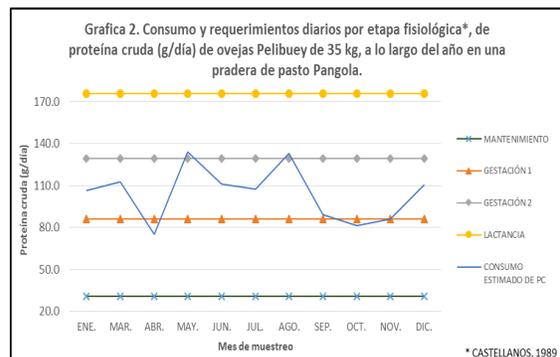
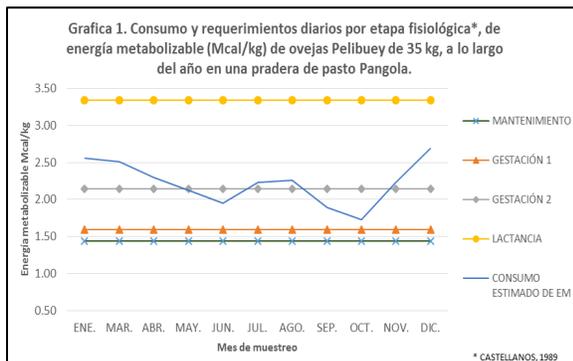
abc Literales distintas dentro de columnas indican ($P<.05$)

Los valores más altos de CMS se obtuvieron en los meses de noviembre a enero con 1226 g oveja/día promedio, mientras que septiembre y octubre mostraron los valores mas bajos (853 g oveja/día promedio), no obstante (Cárdenas, 2003) reporta para este mismo pasto, que las mayores producciones de MS fueron en los meses de la época de

lluvias (4.4 ± 0.33 Ton.MS/Ha), en relación a las obtenidas en los meses de la época de secas (3.5 ± 0.31 Ton. MS/Ha). Estos resultados contrastan con los reportados por Cantón et al., (1991), quienes reportaron que el CMS por ovejas gestantes es mayor en la época de lluvias que en la época de secas. Similares resultados obtuvo Castellanos, (1987) quien mencionó que el CMS por ovejas de pelo es entre 840 y 1470 g oveja/día, según el estado fisiológico. Mientras que Duarte *et al.*, (1991). Obtuvieron CMS de 1153 y 1400 g para cargas de 40 y 60 ovejas/ha, e indicaron que cuando la disponibilidad de forraje es alta no se afecta el consumo.

El contenido de EM en el forraje consumido por las ovejas promedió 2.18 Mcal/kg, obteniéndose mejores promedios de EM en invierno (2.59, Mcal/kg) y los menores de septiembre a octubre (1.8 Mcal/kg). Similares resultados obtuvo Duarte et al., (1992), quienes mencionan que el contenido de PC y DIV FDA aumentan en el forraje seleccionado. El contenido de PC en el forraje seleccionado por las ovejas, fue diferente ($P < .05$) variando el contenido de PC desde 7.1% en abril hasta 13.3% en mayo. En invierno, el pasto Pangola consumido por las ovejas tuvo un menor contenido de PC y mayor en verano. Cantón *et al*, (1991) mencionan que los pastos Estrella de África y Buffel tuvieron un mayor contenido de PC y DIV en la época de lluvias en relación a la época de secas.

En los gráficos 1 y 2 se muestran los consumos diarios de EM y PC por oveja/día, durante el periodo de estudio. La EM consumida por ovejas/día fue en promedio 2.09 Mcal/kg, obteniendo los mejores promedios en marzo y abril (2.15 Mcal/kg) y los menores de junio a diciembre (2.06 Mcal/kg).



Además, las ovejas consumieron en promedio 102.9 g de PC por día durante el periodo de evaluación con un rango de 75 a 134 g/oveja/día. Castellanos, 1987, informo que los requerimientos para ovejas de pelo durante la gestación son de 9.5 g de PC /kg^{0.75} y de 111 a 149 Kcal EM/kg^{0.75}/día según la etapa de gestación y estos son menores a los requerimientos estimados por el NRC (1984), sin embargo, el rebaño utilizado en este trabajo mostró una condición corporal aceptable durante el periodo de estudio y la producción de corderos fue de 1.5 corderos por oveja año.

CONCLUSIONES

El mayor consumo de PC del pasto Pangola está asociado a los meses de la época de lluvias que también es la época de mayor producción de forraje. El consumo de EM, en cambio, es mayor en invierno, que también es la época de menor producción de forraje, lo que indica que el pasto Pangola es de mejor calidad en estos meses. El aporte de PC y EM del pasto Pangola solo es suficiente para mantener los requerimientos de las ovejas de pelo en mantenimiento y parte de la gestación.

LITERATURA CITADA

- AOAC 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of análisis, 15th ed. A. O. A. C. Washington, DC.
- Cárdenas S. J. A. (2003) Producción, consumo y utilización de forraje por ovinos de pelo en pastoreo de praderas de pasto Pangola (*digitaria decumbens*) memorias digitales de la tercera reunión científica estatal COCYTEN Tepic Nayarit.
- Castellanos R. A. F. (1987) Requerimientos alimenticios del borrego Pelibuey. Capitulo VIII en: Tecnologías para la producción de ovejas tropicales. Editado por FAO, México y República de Chile, Mérida, Yucatán, México.
- Cantón C. J., Sarmiento F. L. y Moguel O. G. y (1991) Medición del consumo voluntario de forraje en ovejas Pelibuey gestantes pastoreando en praderas de estrella de África y Buffel. Memoria de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. Tamaulipas, México. p 321.
- Duarte V. J. H., Bermúdez E. J., Padilla P. P. M. y Gómez A. C. 1991. Consumo de ovinos en pastoreo de ballico (*Lolium perenne*) bajo dos cargas por hectárea. Memorias del IV Congreso Nacional de Producción Ovina. San Cristóbal de las Casas Chiapas, pp. 28-30.
- Duarte, V. J. H., Padilla P.P.M. y Bermúdez E. J. 1992. Composición química del forraje disponible y seleccionado por ovinos en pastoreo de praderas irrigadas. Memorias del V Congreso Nacional de Producción Ovina. Monterrey, Nuevo León. pp. 33-38.
- Galaviz R. J. R., Partida P. J. A., López M. P. y Goyri M. J. 1992. Evaluación de tres forrajes invernales en praderas irrigadas bajo pastoreo con borregos. Memoria de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. Chihuahua, Chih. p. 50.
- Moore K. P. (1996) Formulas for feed and forage analysis calculations rev. 8/21/96. Agricultural Service Laboratory Clemson University <http://www.clemson.edu/agsrvlb/Feed%20formulas.txt>.
- Rodríguez P. C. y Eguiarte V. J. A. 1991. Conferencias magistrales. Utilización de praderas con ganado ovino. En: Memorias del IV Congreso Nacional de Producción Ovina. San Cristóbal de las Casas Chiapas, pp. 2-14.
- Statistical Analysis System (SAS). 2000. SAS User's Guide V8: Basics and Statistics SAS Institute, Cary, N. C.
- Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. A two stages technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassland. Soc; 18: 104. 1963.
- Van Soest, P. J. and J. B. Robertson. Analysis of forage and Fibrous Foods. A laboratory manual for animal science No. 613. Cornell University, Ithaca, NY. Oregon p.300 1985.

045 MAGNESIO EN LA DIETA DE BOVINOS PASTOREANDO UN PASTIZAL NATIVO EN LA ÉPOCA LLUVIOSA EN EL ESTADO DE ZACATECAS

MAGNESIUM IN THE DIET OF CATTLE GRAZING NATIVE GRASSLAND IN THE RAINY SEASON IN THE STATE OF ZACATECAS

Miguel Márquez Madrid^{a*}, Héctor Gutiérrez Bañuelos^b, Ricardo David Valdez Cepeda^a, Rómulo Bañuelos Valenzuela^b, Eduardo Manzanares Acuña^c, Fidel Blanco Macías^a

^aUniversidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro-Norte.

^bUniversidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

^cUniversidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Estudios Nucleares.

*Autor de contacto: mamami66@hotmail.com; Centro Regional Universitario Centro Norte, Universidad Autónoma Chapingo. Calle Cruz del Sur 100, Col. Constelación, El Orito, CP 98094, Zacatecas, Zac., México; Tel:+52 (492) 9246147

RESUMEN

En los pastizales de Zacatecas son escasos los estudios de nutrición mineral de los bovinos en pastoreo, en particular del Magnesio, por lo cual el objetivo del presente estudio fue determinar la concentración de Magnesio (Mg), en el forraje del pastizal en la estación de crecimiento activo en tres unidades de producción de ganado bovino productor de carne del estado de Zacatecas. Para ello, se recolectaron 12 muestras de forraje en tres ranchos, en el mes de octubre de 2013. Se determinó la concentración de Mg, mediante espectrofotometría de absorción atómica. Hubo diferencias ($P < 0.05$) entre ranchos para la concentración de Mg, su contenido fue 0.067, 0.105 y 0.077 %, en el forraje del rancho 1, 2 y 3, respectivamente, y el porcentaje de suficiencia con respecto al requerimiento mínimo (0.20%) para las vacas en lactación, fue 33.3, 52.5 y 38.5%. El insuficiente aporte de Mg predispone a las vacas lactantes a la hipomagnesemia. Es recomendable la suplementación mineral en estos ranchos para cubrir los requerimientos del nutrimento Mg.

Palabras clave: Hipomagnesemia; requerimientos minerales; Magnesio

ABSTRACT

In Zacatecas grasslands are few studies of mineral nutrition of grazing cattle, specially related to Magnesium, therefore the objective of this study was to determine the concentration of Magnesium (Mg), in the rangeland forage during the growing season in three ranchers in the state of Zacatecas. For this, 12 samples were collected forage on each ranch during the month of October 2013. The concentration of Mg was determined by atomic absorption spectrophotometry. There were differences ($P < 0.05$) between ranches Mg concentration, content was 0.067, 0.105 y 0.077 %, in the forage of ranch 1, 2 and 3, respectively, and % of proficiency with respect to the minimum requirement for lactating cows (0.20%) was 33.3, 52.5 y 38.5%. The inadequate supply of Mg predisposes infants to cows hypomagnesemia. Mineral supplementation is recommended in these ranches to meet nutrient requirements of Mg.

Key words: Hypomagnesemic; mineral requirements; magnesium

INTRODUCCIÓN

El sistema de bovinos productores de carne es el mayor usuario de las tierras en el estado de Zacatecas, este sistema emplea 5.4 millones de hectáreas en pastoreo, lo que representa el 71.5 % del territorio estatal (COTECOCA-SARH, 1980), en esa superficie se sustentan una población de 710,185 bovinos (SIAP, 2012), esparcidos en 46,005 unidades de producción pecuarias (INEGI, 2009).

Los pastizales nativos se encuentran ampliamente distribuidos en las regiones semiáridas del norte de México y constituyen una fuente de forraje para el ganado en pastoreo (Murillo-Ortiz *et al.*, 2014). La producción y utilización del forraje se presenta principalmente en verano e inicio de otoño debido a la distribución de la lluvia en esta época, la cual determina la estación de crecimiento activo de los principales pastos.

Los pastos son la fuente natural de minerales para el ganado en pastoreo, la cual no siempre satisface los requerimientos (McDowell y Arthinton, 2005). El Magnesio es un elemento mineral esencial para la nutrición del ganado, participa en la formación de huesos y dientes, y en los procesos biosintéticos en el complejo Mg-ATP, es un activador enzimático, interviene en el mantenimiento del potencial eléctricos a través de las membranas nerviosas y musculares y ayuda a disminuir la irritabilidad de los tejidos (NRC, 2000; McDowell y Arthinton, 2005).

En varios estudios se informa que las bajas concentraciones de Mg en las plantas pueden inducir la tetania de los pastos en los rumiantes (Grunes y Welch, 1989). La tetania de los pastos se caracteriza por bajas concentraciones de magnesio en el plasma y en el líquido cefalorraquídeo (NRC, 2000). La tetania hipomagnesémica como también se le conoce es una enfermedad metabólica compleja, que puede surgir, no solo de una deficiencia de Mg en el pasto que consume el ganado (menor al 0.20 % de materia seca), si no, también cuando el contenido de magnesio en el alimento es el adecuado, pero la presencia de otros elementos impiden su absorción y utilización, principalmente concentraciones altas de K. Los requerimientos recomendados de Mg en el forraje consumido en base seca para bovinos en crecimiento y finalización es 0.1 %, para vacas gestantes 0.12 % y para vacas en lactación 0.20 % (NRC, 2000).

La hipomagnesemia es más común en vaca productoras de carne durante la lactancia o al final de la gestación, que pastorean pastos a finales de invierno y principios de primavera o consumen forrajes cosechados con bajo contenido de magnesio (NRC, 2000; Underwood y Suttle, 2003), sin embargo, también la han detectado a lo largo de todo el año (Pechin *et al.*, 2011). Esta enfermedad se presenta más en animales maduros, ya que con la edad pierden capacidad para remover Mg de los huesos (Rook y Storry, 1962), en cambio, los terneros jóvenes puede movilizar, cuando menos 30 % del Mg del esqueleto cuando tienen deficiencia (Blaxter *et al.*, 1954).

Los signos de la tetania de los pastos en bovinos consisten en temblor nervioso, orejas erguidas, cabeza levantada, ojos mirando al vacío, movimientos torpes y vacilantes al caminar, y temblor muscular. Se produce una excitación intensa y convulsiones violentas, el animal se acuesta sobre un costado, mueve las extremidades anteriores en

forma de pedaleo, mueve las mandíbulas rechinando los dientes y si no recibe tratamiento su produce la muerte (Underwood y Suttle, 2003).

En ese sentido, la información sobre el contenido de Mg en la dieta de los bovinos que pastorean el pastizal en la época de lluvia en el estado de Zacatecas es escasa, situación que limitar la formulación de estrategias de suplementación mineral. Por lo tanto, el objetivo de éste estudio fue determinar el contenido de magnesio en el forraje del pastizal en la estación de crecimiento activo en tres unidades de producción de ganado bovino productor de carne del estado de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en tres unidades de producción de ganado bovino productor de carne (ranchos 1, 2 y 3) localizadas en el estado de Zacatecas, México. Las coordenadas geográficas del rancho 1, 2 y 3 son: 23° 39' N y 103° 27' O, 23° 16' N y 102° 47' O, 23° 27' N y 103° 41' O, respectivamente, la altitud oscila de 2,088 a 2,270 msnm. En los tres ranchos prevalece el clima (BS,kw) semiseco, con lluvias en verano, precipitación pluvial de 400-500 mm al año y temperatura media anual de 16 a 18 °C (COTECOCA-SARH, 1980; SPP, 1981). La topografía es irregular con pequeñas planicies, lomeríos bajos y colinas; sus suelos son calizos de origen *in-situ*, de profundidad somera y textura franco-arenosa.

La vegetación en el área de pastoreo del rancho 1 y 3 es pastizal mediano abierto, con una capacidad de carga de 10 ha⁻¹ año⁻¹ y en el rancho 2, es pastizal mediano abierto asociado a nopaleras y al matorral microfilo, la capacidad de carga es de 13 ha⁻¹ año⁻¹ (COTECOCA-SARH, 1980). Las especies forrajeras más importantes incluyen: zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), zacate lobo (*Lycurus phleoides*), zacate tres barbas (*Aristida arizonica* y *Aristida divaricada*), zacate matorralero (*Muhlenbergia porteri*) y zacate hoz (*Microchloa kunthii*). Cuando se realizó el muestreo, en los tres ranchos el forraje disponible en el pastizal era mayor al consumo del ganado. En el rancho 1, 2 y 3, se mantenían una carga animal de 45, 35 y 32 unidades animal, en una superficie de pastoreo de 406, 482 y 170 ha, respectivamente.

Procedimiento de muestreo y determinaciones: Se obtuvieron cuatro muestras de forraje del pastizal en cada rancho en la temporada de crecimiento activo del forraje (octubre de 2013), mediante el método de simulación de pastoreo "Hand plucking" (Wayne, 1964), cortando al azar los pastos o parte de los pastos que los bovinos consumían. Las muestras se depositaron en bolsas de papel para posteriormente secarlas en una estufa a una temperatura de 60 °C durante 48 hr (Fick *et al.*, 1979), luego fueron molidas en un molino Wiley con criba de un mm y se almacenaron en empaque hermético hasta su análisis.

De cada muestra molida se tomó una porción de 5 g de materia seca para someterla a una combustión de la materia orgánica, en una mufla marca Felisa, a una temperatura de 500° C durante 8 horas. Las cenizas resultantes fueron digeridas en ácido

clorhídrico. La cuantificación de la concentración de magnesio se realizó por espectrofotometría de absorción atómica, usando la metodología de Fick *et al.* (1979) y el manual para espectrofotometría de absorción atómica (Perkin Elmer, 1996).

Diseño experimental y análisis estadístico: Los datos se analizaron en un diseño completamente al azar (Lentner y Bishop, 1993). La variable de respuesta a analizar fue la concentración de Mg en forraje. Las fuentes de variación fueron los ranchos muestreados. Los datos se analizaron aplicando análisis de varianza mediante el procedimiento estadístico GLM (SAS, 2001). Las medias se compararon con la prueba de rango múltiple de Tukey a una $\alpha=0.05$ (Steel y Torrie, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se indican los valores de la concentración media de Mg en el forraje. El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas ($P>0.05$) entre ranchos para las concentraciones de Mg en el forraje. El contenido de Mg en el rancho 1 (0.067 %), 2 (0.105%) y 3 (0.077 %), fue deficiente, únicamente aportó 33.5%, 52.5% y 38.5% de los requerimientos mínimos de una vaca en lactación, el 55.8%, 87.6% y 64.2% de los requerimientos de una vaca en gestación y el 67.0%, 100.0% y 77.0% de los requerimientos de becerros en crecimiento o finalización, respectivamente (Cuadro 1).

Pechin *et al.* (2011) en su trabajo encontraron concentraciones de Mg de 0.05% en el forraje de un pastizal natural y pasto llorón en la estación de otoño, afirmando que la hipomagnesemia detectada en el gado pudo deberse a que el aporte de Mg en el forraje no cubrió los requerimientos de gestación ni de lactancia. También Vieyra-Alberto *et al.* (2013), obtuvieron una concentración pequeña de Mg (0.04%) en la época húmeda, en forrajes consumidos por bovinos de doble propósito en la Huasteca Potosina, México.

Cuadro 1. Concentración media de magnesio, nivel de significancia y valor de referencia en el forraje del pastizal nativo en la temporada de crecimiento en el estado de Zacatecas

Mineral	Rancho ^w			EEM ^x	Valor de referencia (%) ^y		
	1	2	3		Beceros en crecimiento	Vaca gestante	Vaca lactante
Magnesio (%)	0.067 ^a	0.105 ^b	0.077 ^a	0.0063	0.10	0.12	0.20

^w Medias en la misma fila, sin literal en común son distintas ($p<0.05$, Tukey).; ^x Error estándar de la media; ^y Nivel mínimo para cubrir requerimientos del ganado bovino (McDowell y Arthington, 2005; NRC, 2000).

CONCLUSIONES

Las concentraciones de magnesio en el forraje de los tres ranchos no cubrieron los requerimientos mínimos de las vacas en lactación y gestación, y en los ranchos 1 y 3 tampoco aportaron los requerimientos para bovinos en crecimiento y finalización, dejando el ganado predispuesto a la presentación de anomalías asociadas a la deficiencia de magnesio que puede influir en la producción y salud de las vacas, incrementando la probabilidades de que se presenta la hipomagnesemia. Es recomendable aplicar suplementación con este mineral en los ranchos donde las concentraciones de estos minerales no cubrieron los requerimientos.

LITERATURA CITADA

- Blaxter KL, Rook JAF, MacDonald AM.. Experimental magnesium deficiency in calves: Clinical and pathological observations. *J. Comp. Pathol. Therap* 1954; (64):157–175.
- COTECOCA-SARH. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero-Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Memoria de los Coeficientes de Agostadero del estado de Zacatecas y Aguascalientes. México. 1980.
- Fick K, McDowell L, Miles P, Wilkinson N, Funk J, Conrad J. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. 2da ed. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA. 1979: 358 p.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal Aguascalientes, Ags., México. 2009
- Lentner M, Bishop T. *Experimental Design and Analysis*. Second edition. Valley Book Company. Blacksburg, V. A. 24063. 1993: 585 p.
- McDowell LR, Arthington JD.. *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales*. 4ª ed. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA. 2005: 94 p.
- Murillo-Ortiz M, Mellado-Bosque M, Herrera-Torres E, Reyes-Estrada O, Carrete-Carreón FO. Seasonal diet quality and metabolic profiles of steers grazing on Chihuahuan desert rangeland. *Livestock Science* 2014;(165):61–65.
- NRC. National Research Council. *Nutrient Requirements of of Beef Cattle*. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C., USA. 2000. 248p.
- Pechin, GH, Cseh S, Kenny O. Hipomagnesemia en vacas de cría en un campo de la zona del caldenal. *Ciencia veterinaria* 2011;13(1):70-75.
- Perkin Elmer. *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectroscopy*. United States of America. 1996: 300 p.
- Rook JAF, Stony JE. Magnesium in the nutrition of farm animals. *Nutr Abstr Rev* 1962; 32:1055–1077.
- SAS. *Statistical Analysis System. SAS/STAT User’s Guide*. SAS Publishing, Cary, NC., USA. 2001.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, “Ganadería”, en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=3, (consultado el 21 de diciembre de 2013).
- SPP. Secretaria de Propgramación y Presupuesto. *Síntesis Geográfica de Zacatecas*. México, D. F. 1981.
- Steel DRG, Torrie JH. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 2ª ed. Mc Graw-Hill. México, D. F.1997. 622 p.
- Underwood EJ, Suttle NF. *Los Minerales en la Nutrición del Ganado*. 3ª Ed. Zaragoza, España. 2003: 633 p.
- Vieyra-Alberto R, Domínguez-Vara IA, Olmos-Oropeza G, Martínez-Montoya JF, Borquez-Gastelum JL, Palacio-Nuñez J, Lugo de la Fuente JA, Morales-Almaráz E. Perfil e interrelación mineral en agua, forraje y suero sanguíneo de bovinos durante dos épocas en la huasteca potosina, México. *Agrociencia* 2013;(47): 121-133.
- Wayne CC. Collection forages samples representative of ingested material of grazing animals for nutritional studies. *Journal of Animal Science* 1964;(23):265-270.

046 CALIDAD DE LA DIETA DE BOVINOS PASTOREANDO UN PASTIZAL NATIVO DURANTE LA ESTACIÓN DE CRECIMIENTO EN EL ESTADO DE ZACATECAS

Miguel Márquez Madrid^{a*}, Héctor Gutiérrez Bañuelos^b, Ricardo David Valdez Cepeda^a, Rómulo Bañuelos Valenzuela^b, Raúl Rene Ruiz Garduño^a, Fidel Blanco Macías^a

^aUniversidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro-Norte.

^bUniversidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

*Autor de contacto: mamami66@hotmail.com; Centro Regional Universitario Centro Norte, Universidad Autónoma Chapingo. Calle Cruz del Sur 100, Col. Constelación, El Orito, CP 98094, Zacatecas, Zac., México; Tel:+52 (492) 9246147

RESUMEN

Se evaluaron las características nutrimentales del forraje del pastizal en la estación de crecimiento activo en tres unidades de producción de ganado bovino productor de carne del estado de Zacatecas. Se recolectaron 12 muestras de forraje en tres ranchos, en el mes de octubre de 2013. Se determinó proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y ácida (FDA), total de nutrientes digestibles (TND), digestibilidad de la materia seca (DMS), valor relativo del forraje (VRF) y energía neta para mantenimiento (ENm). Hubo diferencias ($P < 0.05$) entre ranchos para FDA, TND, DMS, ENm y VRF. El forraje del rancho 1 presentó los mejores valores nutricionales: FDA (48.54%), PC (8.91%), TND (45.42%), DMS (51.09%), ENm (0.44 Mcal kg⁻¹) y VRF (67.15). Se concluye que la calidad del forraje del pastizal en el presente estudio no aportó satisfactoriamente los requerimientos nutritivos para vacas con alta demanda nutrimental, por consiguiente el desarrollo del ganado podría ser afectado y la producción no será la esperada.

Palabras clave: proteína cruda; fibra detergente ácida; energía neta.

ABSTRACT

The nutritional characteristics of forage rangeland were evaluated in the active growing season in three production units of cattle meat producer in the state of Zacatecas. 12 samples of forage were collected on three ranches in the month of October 2013. Crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid (FDA), total digestible nutrients (TDN), digestibility of dry matter (DMD), relative value of forage (VRF) and net energy for maintenance (NEm) was determined. There were differences ($P < 0.05$) between FDA ranches, TND, DMS, NEm and VRF. Forage Ranch 1 had the best nutritional values: There were differences ($P < 0.05$) between ranches FDA, TND, DMS, NEm and VRF. Forage ranch 1 had the best nutritional values: FDA (48.54%), CP (8.91%), TDN (45.42%), DMD (51.09%), NEm (0.44 Mcal kg⁻¹) and the VRF (67.15). It is concluded that the quality of rangeland forage in this study did not satisfactorily provided the nutrient requirements for cows with high nutrient demand, therefore livestock development could be affected and production will not be expected.

Key words: crude protein; acid detergent fiber; net energy.

INTRODUCCIÓN

En la región norte de México, la calidad nutritiva de la dieta seleccionada por rumiantes en pastoreo depende de la época del año (Reyes *et al.*, 2012). La producción y utilización del forraje se presenta primariamente en verano e inicio de otoño debido a la distribución de la lluvia en esta época, la cual determina la estación de crecimiento activo de los principales pastos. En esta zona la nutrición del ganado bovino en pastoreo es influenciada por los cambios estacionales en la calidad nutritiva de los pastizales, los cuales afectan la composición de la dieta y la selectividad del pastoreo del ganado (Obeidat *et al.*, 2002).

Los patrones estacionales de los requerimientos de nutrientes del ganado no siempre coinciden con los patrones estacionales de la calidad y cantidad de forraje proporcionados por los pastizales nativos (Hart, 1991). La calidad del forraje afecta el desarrollo del ganado bajo pastoreo, y con frecuencia se asume que si la calidad del forraje reúne los requerimientos nutritivos de los animales, el desarrollo de éstos será el esperado (Lyons *et al.*, 2001). La calidad nutricional del forraje en los pastizales depende del tipo de planta, parte de la planta, edad, época de crecimiento, clima, suelo, sitio, carga animal y compuestos antinutricionales. Las partes de la planta como es el contenido celular y la pared celular, con la edad cambian, este último se incrementa y la calidad del forraje disminuye, por una menor digestibilidad, ya que está formada por celulosa, hemicelulosa y lignina, compuestos de poca digestibles; en el reporte de análisis de forraje, los tres compuestos forman la fibra detergente neutro (FDN) y los dos últimos la fibra detergente acida (FDA) (Lyons *et al.*, 2001).

Debido a que la información sobre la composición de la dieta de los bovinos en pastoreo es escasa, el objetivo de éste estudio fue determinar las características nutrimentales del forraje del pastizal en la estación de crecimiento activo en tres unidades de producción de ganado bovino productor de carne del estado de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área de estudio

El estudio se realizó en tres unidades de producción de ganado bovino productor de carne (ranchos 1, 2 y 3) localizadas en el estado de Zacatecas, México. Las coordenadas geográficas del rancho 1, 2 y 3 son: 23° 39' N y 103° 27' O, 23° 16' N y 102° 47' O, 23° 27' N y 103° 41' O, respectivamente, la altitud oscila de 2,088 a 2,270 msnm. En los tres ranchos prevalece el clima (BS.kw) semiseco, con lluvias en verano, precipitación pluvial de 400-500 mm al año y temperatura media anual de 16 a 18 °C (COTECOCA-SARH, 1980; SPP, 1981). La topografía es irregular con pequeñas planicies, lomeríos bajos y colinas; sus suelos son calizos de origen *in-situ*, de profundidad somera y textura franco-arenosa.

La vegetación en el área de pastoreo del rancho 1 y 3 es pastizal mediano abierto, con una capacidad de carga de 10 ha⁻¹ año⁻¹ y en el rancho 2, es pastizal mediano abierto asociado a nopaleras y al matorral microfilo, la capacidad de carga es de 13 ha⁻¹ año⁻¹ (COTECOCA-SARH, 1980). Las especies forrajeras más importantes incluyen: zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), zacate lobo (*Lycurus phleoides*), zacate tres barbas (*Aristida arizonica* y *Aristida divaricata*), zacate

matorralero (*Muhlenbergia porteri*) y zacate hoz (*Microchloa kunthii*). Cuando se realizó el muestreo, en los tres ranchos el forraje disponible en el pastizal era mayor al consumo del ganado. El rancho 1, 2 y 3, mantenían una carga animal de 45, 35 y 32 unidades animal, en una superficie de pastoreo de 406, 482 y 170 ha, respectivamente.

Procedimiento de muestreo y determinaciones

Se obtuvieron cuatro muestras de forraje del pastizal en cada rancho en la temporada de crecimiento activo del forraje (octubre de 2013), mediante el método de simulación de pastoreo “Hand plucking” (Wayne, 1964), cortando los pastos o parte de los pastos que los bovinos consumían. Las muestras se depositaron en bolsas de papel para posteriormente secarlas en una estufa a una temperatura de 60 °C durante 48 hr (Fick *et al.*, 1979), luego fueron molidas en un molino Wiley con criba de un mm y se almacenaron en empaque hermético hasta su análisis.

A las muestras de forraje se les determinó el porcentaje de proteína cruda (PC) mediante el método de Dumas por combustión (AOAC, 1996) utilizando el equipo LECO. El contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) se determinaron con la técnica de detergentes (Georing and Van Soest, 1970) usando un analizador de fibra ANKOM. El total de nutrientes digestibles (TND), digestibilidad de la materia seca (DMS), valor relativo del forraje (VRF), energía neta para mantenimiento (ENm) y consumo de materia seca en relación al peso vivo del ganado (CMS-PV) se calcularon utilizando las ecuaciones adaptadas por Horrocks y Vallentine (1999).

Diseño experimental y análisis estadístico

Los datos se analizaron en un diseño completamente al azar (Lentner y Bishop, 1993). Las variables de respuesta a analizar fueron la concentración de PC, FDN, FDA, TND, DMS, VRF, CMS-PV y ENm en forraje. Las fuentes de variación que influyeron en las variables de respuesta fueron los ranchos muestreados. Los datos se analizaron aplicando análisis de varianza mediante el procedimiento estadístico GLM (SAS, 2001). Las medias se compararon con la prueba de rango múltiple de Tukey a un $\alpha=0.05$ (Steel y Torrie, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se indican los valores medios de las variables nutricionales del forraje. El análisis de varianza mostró diferencias ($P>0.05$) entre ranchos para FDA, TND, DMS, ENm y VRF y no hubo diferencia para PC, FDN y CMS-PV. El forraje del rancho 1 presentó los mejores valores nutricionales, registró el menor porcentaje de FDA (48.54) y el mayor porcentaje de PC (8.91), de TND (45.42) y de DMS (51.09), además la energía neta para mantenimiento (0.44 Mcal kg¹) y el valor relativo del forraje (67.15) también fueron los mejores. En contraste, en el forraje del rancho 2, fue donde se obtuvieron los valores nutricionales más desfavorables y por consiguiente, en el forraje del rancho 3, los valores fueron intermedios.

El bajo contenido de PC del forraje en el rancho 2 (6.88%) y 3 (6.63%), no cubre los requerimientos mínimos necesario de este nutriente (6.9-7.1 %) para vacas preñadas en el tercio medio de la gestación (NRC, 1984). En cambio, la concentración de PC en el forraje del rancho 1 (8.91%), cubre los requerimientos (7.6-8.2%) para vacas

preñadas en el último tercio de la gestación, pero no los que necesita (9.1-10.6%) una vaca amamantando su becerro en los primeros cuatro meses postparto (NRC, 1984).

La DMS en el forraje del presente estudio oscilo de 47.16 a 51.06 %, valor inferior al que obtuvieron (68.9%) en pastos en la época húmeda Reyes *et al.* (2012). De forma similar, el consumo de materia seca en el forraje (1.64 a 1.7% del peso vivo del ganado), estuvo por debajo del 2.5% que se recomienda.

La FDN en el forraje de los tres ranchos fluctuó de 70.85 a 73.17%, valor superior al que obtuvieron (59.3 %) en forrajes de un pastizal nativo-matorral espinoso-nopalera Echavarría *et al.* (2006).

El TND en el forraje del presente estudio oscilo de 38.80 a 45.42 %, valor inferior al que se recomienda (53.1 y 56.5%) para una vaca en el último tercio de gestación y para una vaca criando becerro los primeros tres meses posparto, respectivamente (NRC, 1984).

Cuadro 1. Características nutricionales del forraje del pastizal nativo en la temporada de crecimiento en tres ranchos en el estado de Zacatecas

	PC	FDN	FDA	TND	DMS	CMS-PV	ENm	VRF
	%						Mcal kg ¹	
Rancho 1	8.91 ^a	70.85 ^a	48.54 ^a	45.42 ^a	51.09 ^a	1.69 ^a	0.44 ^a	67.15 ^a
Rancho 2	6.88 ^a	70.56 ^a	54.75 ^b	38.80 ^b	46.25 ^b	1.70 ^a	0.36 ^b	61.02 ^b
Rancho 3	6.63 ^a	73.17 ^a	53.59 ^b	40.04 ^b	47.16 ^b	1.64 ^a	0.37 ^b	59.97 ^b
EEM ²	0.42	0.492	0.860	0.917	0.670	0.012	0.0107	1.11

PC= Proteína cruda; FDN= Fibra detergente neutro; FDA= Fibra detergente acida; TND= Total de nutrientes digestibles; DMS= Digestibilidad de la materia seca; CMS-PV= Consumo de materia seca en % del peso vivo; ENM= Energía neta para mantenimiento; VRF= Valor relativo del forraje; EEM= Error estándar de la media; ^{ab}= Medias en la misma columna, sin literal en común son distintas ($p < 0.05$, Tukey).

El bajo contenido de ENm que posee el forraje en los tres ranchos no cubre satisfactoriamente los requerimientos de este nutriente en vacas que están criando. Ya que en los primeros tres mes postparto, una vaca con un peso vivo de 533 kg y con una producción de 8 litros de leche para la cría, requiere de 15.03 a 15.99 kcal de ENm día¹. Esa misma vaca, a los siete meses después del parto y su cría destetada, requiere 8.87 kcal ENm (NRC, 2000). El consumo del forraje estimado en el rancho 1 (1.69% del peso vivo) para esa vaca sería de 8.16 kg de materia seca y aportaría 3.59 kcal de ENm. Esa cantidad de ENm aporte el 23.8% de la que requiere la vaca criando y el 40.5% para la vaca sin cría; en el rancho 2 y 3 el déficit de energía es mayor, debido a que el forraje tienen menor contenido de ENm (Cuadro 1).

CONCLUSIONES

La calidad del forraje del pastizal de los tres ranchos muestreados en la estación de crecimiento activo de los pastos no aportó satisfactoriamente los requerimientos nutritivos para vacas con alta demanda nutrimental, por consiguiente el desarrollo del ganado podría ser afectado y la producción no será la esperada.

AGRADECIMIENTO

Al Centro de Investigación en Recursos Naturales y Medio Ambiente de la UACH que financió parcialmente el presente trabajo, mediante el proyecto, No de clave 147302001.

LITERATURA CITADA

- AOAC. Official Methods of Analysis. 16th ed. Assoc. Off Anal Chem, Arlington, VA. 1996.
- COTECOCA-SARH. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero-Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Memoria de los Coeficientes de Agostadero del estado de Zacatecas y Aguascalientes. México. 1980.
- Echavarría ChFG, Gutiérrez LR, Ledesma RRI, Bañuelos VR, Aguilera SJI, Serna PA. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I Vegetación nativa. *Téc Pecu Méx* 2006;44(2):203-217.
- Fick K, McDowell L, Miles P, Wilkinson N, Funk J, Conrad J. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. 2da ed. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA. 1979: 358 p.
- Georing HK, Van Soest PJ. Forage Fiber Analysis; Apparatus Reagents, Procedures, and Some Applications. *Agric* 1970. Handbook 379.
- Hart RH. Developing strategies for integrating forage parameters to meet the nutritional needs of grazing livestock. *Proc. 2nd Grazing Livest. Nutr. Conf. Okla. Agric. Exp. Stn. Misc. Publ.* 1991(133):64-69.
- Horrocks RD, Vallentine JF. Harvested forage. London, UK: Academic Press; 1999.
- Lentner M, Bishop T. Experimental Design and Analysis. Second edition. Valley Book Company. Blacksburg, V. A. 24063. 1993: 585 p.
- Lyons RK, Machen R, Forbes TDA. Entendiendo el consumo de forraje de los animales en pastizales. E-100S, 6-01. Texas A&M Sistema AgriLife Eextension. 2001. 6p.
- Lyons RK, Machen R, Forbes TDA. ¿Por qué cambia la calidad del forraje de los pastizales?. E-99S, 7-01. Texas A&M Sistema AgriLife Eextension. 2001. 6p.
- NRC. National Research Council. Nutrient Requirements of of Beef Cattle. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C., USA. 2000. 248p.
- NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle (6th Ed.). National Academy Press, Washington, DC. 1984.
- Obeidat BS, Thomas MG, Hallford DM, Keisler DH, Petersen MK, Bryant WD, Garcia MD, Narro L, Lopez R. Metabolic characteristics of multiparous Angus and Brahman cows grazing in the Chihuahua desert. *J Anim Sci* 2002;(80):2223–2233.
- Reyes O, Murillo M, Herrera E, Gutiérrez E, Juárez AS, Cerrillo A. Influencia de la época del año en indicadores nutricionales y metabólicos de bovinos en pastoreo en el norte de México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 2012;46,(4).
- SAS. Statistical Analysis System. SAS/STAT User's Guide. SAS Publishing, Cary, NC., USA. 2001.
- SPP. Secretaria de Programación y Presupuesto. Síntesis Geográfica de Zacatecas. México, D. F. 1981.
- Steel DRG, Torrie JH. Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2ª ed. Mc Graw-Hill. México, D. F. 1997. 622 p.
- Wayne CC. Collection forages samples representative of ingested material of grazing animals for nutritional studies. *Journal of Animal Science* 1964;(23):265-270.

047 INFLUENCIA DEL SISTEMA SILVOPASTORIL “CERCAS VIVAS” DE *Gliricidia sepium* EN LA RESPIRACIÓN DEL SUELO EN TACOTALPA, TABASCO, MÉXICO

INFLUENCE OF SILVOPASTORAL SYSTEM “LIVE FENCES” OF *G. SEPIUM* ON SOIL RESPIRATION IN TACOTALPA, TABASCO, MEXICO

* Gilberto Villanueva-López¹, Fernando Casanova-Lugo², Luis Ramírez-Avilés³ y Pablo Martínez-Zurimendi¹

¹El Colegio de la Frontera Sur. Carretera a Reforma km 15.5 s/n Ra. Guineo 2ª sección CP. 86280. Villahermosa, Tabasco, México.

²Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Carretera Chetumal-Escárcega km 21.5, C.P. 77965, Ejido Juan Sarabia, Quintana Roo, México.

³Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida Xmatkuil km 15.5 Apto. 116 Itzimná. Mérida, Yucatán, México

*Autor para correspondencia: gvillanueva@ecosur.mx; gvillanueva_69@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue cuantificar las tasas de respiración del suelo en sistemas ganaderos con cercas vivas (CV) conformadas por árboles de *G. sepium* y en sistemas ganaderos en monocultivo de pasto señal (MP) (*Brachiaria decumbens*); examinar la variación de los flujos en la época de lluvia y de seca, y las fluctuaciones durante el día, así como de la temperatura del suelo y la humedad relativa. La respiración del suelo fue medida dos veces al mes, cuatro veces al día en los horarios de 00:00 a 06:00 h; 06:00 a 12:00 h; 12:00 a 18:00 h; y de 18:00 a 24:00 h, en ambas épocas. Simultáneamente, se midió la temperatura del suelo y la humedad relativa. Los resultados muestran que la tasa de respiración del suelo es similar entre sistemas, las CV emitieron 0.97 y el MP 1.01 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$. En ambos sistemas los flujos del suelo fueron superiores en la época de lluvia (1.1 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$ en promedio) y ligeramente menores en la época de seca (0.90 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$ en promedio); y fueron más altas durante la noche (00:00 a 06:00 horas), que durante las primeras horas del día (06:00 a 12:00 horas). La temperatura del suelo fue superior en el MP, y la humedad relativa en las CV. El factor principal que causó la variación en la respiración del suelo fue la presencia de los árboles de *G. sepium* en las cercas vivas, que propiciaron temperaturas más bajas y humedad ambiental más estables, que impactaron en menores emisiones de CO_2 de suelo.

Palabras clave: Emisiones de CO_2 del suelo, *Brachiaria decumbens*, sistema silvopastoril, trópico húmedo.

SUMMARY

The aim of this study was to quantify rates of soil respiration on livestock systems with live fences (LF) formed by *Gliricidia sepium* trees and on livestock systems in signal grass monoculture (MP) (*Brachiaria decumbens*); examine the variation of flows in the rainy and dry seasons, and fluctuations during the day, as well as soil temperature and relative humidity. Soil respiration was measured twice a month, four times a day between the hours of 00:00 to 06:00 h, 6:00 to 12:00 h, 12:00 to 18:00 h, and 18:00 to 24:00 h, in both seasons. Soil temperature and the relative humidity were simultaneously measured. The results show that the rate of soil respiration is similar between these systems, LF issued 0.97 and MP 1.01 $\text{mol CO}_2 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$. In both systems the soil flows were higher in the rainy season (1.1 $\text{mol CO}_2 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$ on average) and slightly lower in the dry season (0.90 $\text{mol CO}_2 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$ on average) and were higher during the night (00:00 to 06:00 hours), during the early morning hours (6:00 to 12:00 hours). Soil temperature was higher in the MP, and the relative humidity in LF. It is concluded that the main factor that caused the variation in soil respiration rates was the presence of *G. sepium* trees in LF, which led to lower temperatures and more stable humidity, which resulted in lower soil CO_2 fluxes.

Keywords: Soil CO_2 emissions; *Brachiaria decumbens*; silvopastoral system; humid tropic.

INTRODUCCIÓN

La respiración del suelo es un componente importante del balance del C terrestre, y es considerado el segundo factor más significativo en el flujo de dióxido de carbono (CO₂) entre los ecosistemas de la tierra y la atmósfera, observándose la mayor intensidad en el horizonte superficial (Wu *et al.* 2006), por lo que el aumento de las emisiones de CO₂ debido a los cambios de uso del suelo tiene el potencial de aumentar los niveles atmosféricos e incrementar el calentamiento global (Tang *et al.* 2006). Según Yuste *et al.* (2007) las tasas de respiración del suelo dependen principalmente de la temperatura, humedad, usos y manejo del suelo. Los sistemas agroforestales tropicales, entre los cuales se encuentran los silvopastoriles (SSP) han sido reconocidos como potenciales para capturar y almacenar grandes cantidades de carbono (C) en la biomasa y en el suelo, comparado con el monocultivo de plantas y pasturas, además de funcionar como sumideros de CO₂ (Nair *et al.* 2010; Djomo *et al.* 2011). También se ha documentado que los SSP podrían convertirse en una alternativa tecnológica para reducir significativamente la deforestación de los bosques en las regiones tropicales y la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera (Mutuo *et al.* 2005). Cabe destacar que la región sureste de México, particularmente el estado de Tabasco, originalmente fue cubierta con bosque nativo, principalmente *Cedrela odorata*, *Swietenia microphyla*, *Cordia alliodora*, *Tabebuia rosea*, *Blepharidium mexicanum*, *Dialium guinense*, entre otras especies, pero a partir de los años 60's los bosques de la región Sierra entre ellos los del municipio de Tacotalpa fueron deforestados para dar paso a los pastizales en monocultivo para el pastoreo de ganado, y paulatinamente el establecimiento de cercas vivas con *Gliricidia sepium*. Actualmente, las cercas vivas constituyen la forma persistente de vegetación a lo largo de los paisajes ganaderos, ocupan grandes áreas y podrían cubrir áreas aún mayores. Sin embargo, a pesar de la importancia que estas tienen en términos de cobertura arbórea y el aumento constante de las emisiones de CO₂ atmosférico, las emisiones de CO₂ del suelo para cuantificar las pérdidas de C resultante de la conversión de áreas de bosque a pasturas han sido escasamente estudiadas. En este contexto, el objetivo de esta investigación fue cuantificar las tasas de respiración del suelo en dos sistemas ganaderos 1) con cercas vivas (CV) conformadas por árboles de *G. sepium* y 2) en monocultivo de pasto señal (MP) (*Brachiaria decumbens*); examinar la variación de los flujos en la época de lluvia y de seca, y las fluctuaciones durante el día, así como de la temperatura del suelo y la humedad relativa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Sierra del municipio de Tacotalpa, Tabasco, México, la cual se localiza en el sur del estado, en las coordenadas 17° 15' y 17° 45' N y los 90° 38' y 93° 46' O. El clima de la región está clasificado dentro de los cálidos húmedos Af (m) w'(i) g, con altas temperaturas y precipitaciones todo el año. La temperatura media anual es de 25 °C, siendo la máxima media mensual en junio de 43 a 45°C y la mínima media en diciembre de 18 a 21°C. El régimen de precipitaciones se caracteriza por un promedio de caída de agua de 3000 a 4000 mm por año, siendo un promedio máximo mensual de 569.7 mm en el mes de septiembre y un mínimo mensual de 167.4 mm en el mes de abril (INEGI, 2009).

Para el estudio se seleccionaron dos sistemas de producción ganaderos llamado en lo sucesivo tratamientos: (1) es un sistema ganadero que incluye CV conformadas por árboles de *G. sepium* de más de 12 años de edad, con una densidad de 90 árboles en 100 m y, una altura promedio total de 4.6 m, asociados con pasto señal (*B. decumbens*) de aproximadamente 15 años de edad. Las CV estuvieron conformadas en más del 95% por árboles de *G. sepium*; (2) un sistema ganadero de MP (sin cercas vivas), conformado por pasto señal (*B. decumbens*), con una edad aproximadamente de 27 años. En ambos sistemas de estudio, la topografía de los terrenos es plana, y están a una altitud de 50 msnm. La principal actividad es la cría intensiva de bovinos de la raza *Bos indicus* L. o Cebú, para la producción de carne, basados en un manejo rotacional diario y una carga animal que va de 1 a 5 UA/ha. Los suelos se caracterizan por ser rojos, arcillosos, profundos (1.5 a 2.0 m) y de pH ácido, con una textura franco arcillosa. Se clasifican como leptosoles, rendzinas, vertisoles y fluvisoles (Palma *et al.* 2007). Se seleccionaron tres ranchos por cada tratamiento, en cada tratamiento se seleccionó de manera aleatoria nueve parcelas de muestreo (repeticiones). Las parcelas estuvieron orientadas de este a oeste y cada parcela midió 30 x 20 m. Todas las parcelas fueron cercadas con alambre de púas para evitar daños por el ganado.

La respiración del suelo fue medida *in situ* con una cámara cerrada dinámica EGM-4 (PP Systems, Hitchin, UK). Las mediciones se hicieron dos veces al mes en la estación de seca que comprendió los meses de abril a junio y en la estación lluviosa de julio a septiembre de 2012. En cada fecha de

muestreo se realizaron mediciones 4 veces al día: 00:00 a 06:00 horas, de 06:00 a 12:00, de 12:00 a 18:00 y de 18:00 a 24:00 horas. Previo a las mediciones en cada punto de muestreo se retiró la capa de mantillo y se midió la respiración del suelo, la temperatura del mismo (°C) a 5 cm de profundidad y la humedad relativa (ambiental) a una altura de 1 m de la superficie del suelo con un data logger HOBO cada 30 segundos. Los datos fueron sometidos a un ANOVA donde se analizó el efecto del sistema, la época del año y la interacción entre ambos factores sobre la emisión de CO₂ del suelo, la temperatura del suelo y la humedad relativa. Adicionalmente, se analizó la influencia del horario de muestreo, en cada uno de los sistemas, y durante cada época del año. Finalmente, se utilizó una prueba de Tukey al 95% para declarar las diferencias estadísticas significativas. Los análisis fueron elaborados con el software Statistic versión 7.0 para Windows (StatSoft, Inc. 2007).

RESULTADOS

Las emisiones de CO₂ del suelo no mostraron diferencias significativas ($F= 2.55$, $P= 0.11$) entre los dos sistemas ganaderos, las CV emitieron 0.97 y el MP 1.01 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$ (Fig. 1a). Sin embargo, la temperatura del suelo fue diferente ($F= 7.089$, $P= 0.008$), éstas fueron superiores en el sistema MP (Fig. 1b). Igualmente, la humedad relativa fue diferente ($F= 87.068$, $P= 0.001$) pero esta fue más alta en el sistema ganadero con CV (Fig. 1c). Lo anterior supone que entre sistemas éstas variables no influyeron en la respiración del suelo, fue tal vez la presencia de los árboles de *G. sepium* que, debido, a la cantidad de hojarasca de los árboles que entra al sistema y el mantillo acumulado sobre la superficie del suelo coadyuvo a conservar la humedad por más tiempo al interior del sistema con CV.

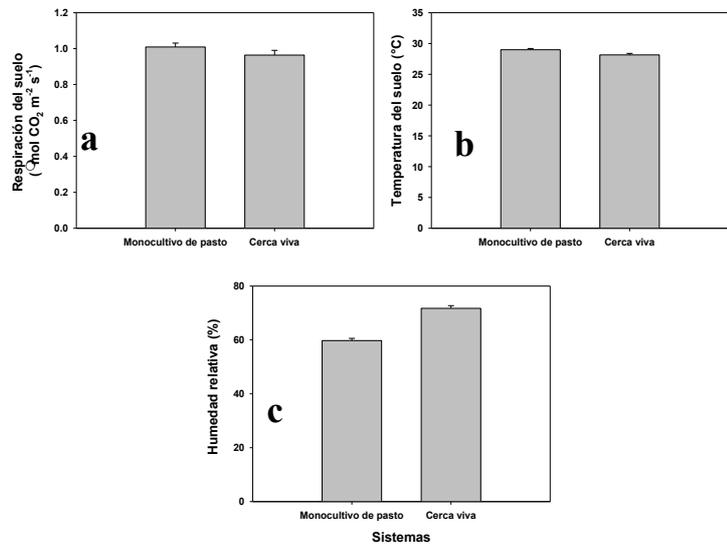


Figura 1. Variación de las emisiones de CO₂ (a), temperatura del suelo (b) y humedad relativa (c) en sistemas ganaderos con CV y MP.

En relación a la estacionalidad las emisiones de CO₂ del suelo entre la estación de seca y de lluvia fueron diferentes ($F= 18.976$, $P= <0.001$), fueron superiores en la estación de lluvia (1.1 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$) e inferiores en la época de seca (0.90 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$) (Fig. 2a). La temperatura del suelo también fue diferente ($F= 7.089$, $P= 0.008$), fueron más altas en la época de seca (29.19 °C) en el sistema CV e inferiores en el MP en la época de lluvia (27.95 °C) (Fig. 2b). Igualmente, la humedad relativa fue diferente ($F= 87.068$, $P= 0.001$), fueron más altas en la época de lluvia (69.86%) en las CV e inferiores en la época de seca (61.62%) en el MP (Fig. 2c). Suponemos que las emisiones de CO₂ del suelo fueron mayores en la estación de lluvias, debido a que en este periodo la humedad relativa fue más alta, y la temperatura y la humedad edáfica más baja. Asimismo, porque en la época de lluvia existe una mayor entrada de hojarasca a través de la defoliación, que durante el periodo de secas, cuando los árboles de *G. sepium* se encuentran desprovistos de sus hojas (en floración); al mayor crecimiento de las raíces finas y al incremento en la actividad de la respiración microbiana, resultado de la transformación de compuestos orgánicos a C por la actividad microbiana (Lou *et al.* 2003; Kutsch *et al.* 2010).

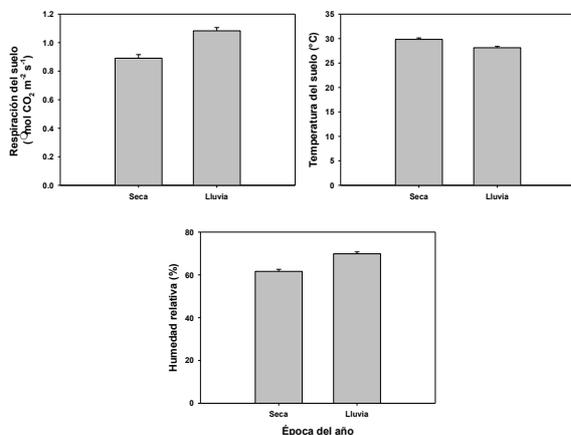


Figura 2. Variación estacional de los flujos de CO₂ (a), temperatura del suelo (b) y humedad relativa en sistemas ganaderos con CV y MP.

En relación con la interacción entre los dos sistemas y las épocas de seca y lluvia si hubo diferencias significativas ($F= 17.795$, $P < 0.001$). En ambos sistemas los flujos de CO_2 del suelo fueron más altos en la época de lluvia, pero superiores en los sistemas ganaderos con CV. Asimismo, la humedad relativa también mostro diferencias ($F= 15.353$, $P < 0.001$), con un comportamiento similar a los flujos del suelo. Mientras que la temperatura del suelo no mostro diferencias ($F= 15.841$, $P < 0.001$).

Por otra parte, las fluctuaciones diarias en las emisiones de CO_2 del suelo en los cuatro horarios establecidos, mostraron diferencias significativas ($F= 806.716$, $P < 0.001$) de 00:00 a 06:00 horas y de 06:00 a 12:00 entre los dos sistemas ganaderos (Fig. 3a). En el sistema ganadero con CV el promedio de las emisiones de CO_2 del suelo durante el día fue de $0.94 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, inferior a las del MP ($1.01 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). En este sistema las emisiones del suelo fueron de $0.91 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en las horas nocturnas (00:00 a 06:00 horas), incrementa gradualmente conforme pasan las horas del día ($0.97 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ de 06:00 a 12:00 horas), hasta alcanzar $1.01 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ al caer la noche (18:00 hasta las 24:00 horas). Mientras que el MP mostró un comportamiento diferente, en las horas nocturnas las emisiones del suelo fueron de $1.34 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$ descienden significativamente de 00:06 a 12:00 horas y repite el mismo patrón en el resto de los horarios (Fig. 3a). Zhang *et al.* (2009) también encontraron que los flujos del suelo fueron más altos en horas nocturnas debido a que las condiciones de humedad en el suelo son mayores que durante el día, lo que favorece a la actividad microbiana que influyen en los flujos de CO_2 del suelo (Lou *et al.* 2003). En tanto que las fluctuaciones diarias de temperatura y humedad relativa, en los dos sistemas se observó que la temperatura fue diferente en todos los horarios exceptuando de 00:00 a 06:00 horas donde fueron más bajas y mayores de 12:00 a 18:00 horas. En los cuatro horarios las temperaturas fueron mayores en el MP exceptuando de 06:00 a 12:00 horas (Fig. 3b). Por su parte, la humedad relativa en los dos sistemas fue diferente en todos los horarios con excepción de 06:00 a 12:00 horas. Ésta fue superior de 00:00 a 06:00 horas e inferior de 12:00 a 18:00. En todos los horarios las CV mostraron los valores más altos de humedad y fueron mayores de 00:00 a 06:00 horas seguido de 18:00 a 24:00 (Fig. 3c).

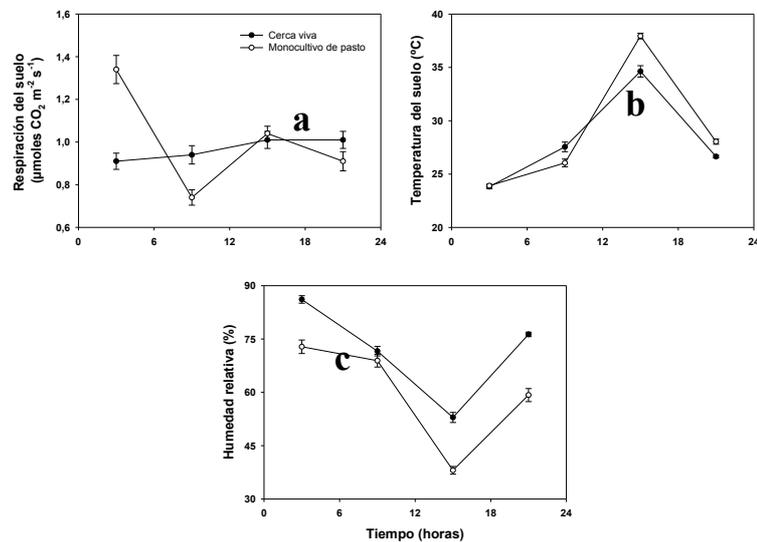


Figura 3. Variación diurna de las emisiones de CO_2 (a), temperatura del suelo (b) y humedad relativa en sistemas ganaderos con CV y MP.

CONCLUSIONES

Las tasas de respiración del suelo en sistemas ganaderos con CV conformados por árboles de *G. sepium* y en monocultivo de pasto presentaron un comportamiento similar, aun cuando fueron afectados por la temperatura del suelo y la humedad ambiental. Los mayores flujos de CO_2 del suelo ocurrieron en la estación lluviosa y en las horas nocturnas asociado principalmente a bajas temperaturas y mayor humedad ambiental, y las menores en el periodo de secas y durante las primeras horas del día. Inferimos que fue la presencia de los árboles de *G. sepium* en el sistema ganadero con CV que favoreció un microambiente más estable dentro del sistema, causando que la temperatura del suelo fuera inferior y menos variable, y mayor la humedad ambiental, respecto al MP que presentaron temperaturas más altas y sensibles a cambios durante el día, y en consecuencia los flujos de CO_2 del suelo fueron más variables entre sistemas, estaciones y las horas del día.

LITERATURA CITADA

- Djomo AN, Knohl A, Gravenhorst G. 2011. Estimations of total ecosystem carbon pools distribution and carbon biomass current annual increment of a moist tropical forest. *Forest Ecology and Management* (261):1448–1459.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) 2009. Censo Agropecuario 2007, VII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Aguascalientes, México.
- Kutsch WL, Persson T, Schrumpp M, Moyano FE, Mund M, Andersson S, Schulze ED. 2010. Heterotrophic soil respiration and soil carbon dynamics in the deciduous Hainich forest obtained by three approaches. *Biogeochemistry* (100):167–183
- Lou YS, Li ZP, Zhang, TL. 2003. Carbon dioxide flux in a subtropical agricultural soil of china. *Water Air Soil Pollut* (149):281–293
- Nair PKR, Nair VD, Kumar BM, Showalter JM. 2010. Carbon sequestration in agroforestry systems. *Adv Agron* (108): 237–307.
- Palma LDJ, Cisneros DJ, Moreno CE. 2007. Plan de Uso Sustentable de los Suelos de Tabasco. 3a. Ed. ISPROTAB-Fundación Produce Tabasco. Colegio de Posgraduados. Villahermosa, Tabasco, México. 196 p.
- Tang XL, Zhou GY, Liu SG, Zhang DQ, Liu SZ, Li J. 2006. Dependence of soil respiration on soil temperature and soil moisture in successional forests in Southern China. *J Integr Plant Biol* 48(6):654–663.
- Vargas R, Detto M, Baldocchi DD, Allen MF. 2010. Multiscale analysis of temporal variability of soil CO₂ production as influenced by weather and vegetation, *Glob. Change Biol.*, (16):1589–1605.
- Xu XK, Inubushi K, Sakamoto K. 2006. Effect of vegetations and temperature on microbial biomass carbon and metabolic quotients of temperate volcanic forest soils. *Geoderma* (136):310–319.
- Yuste JC, Baldocchi DD, Gershenson A, Goldstein A, Misson L, Wong, S. 2007 Microbial soil respiration and its dependency on carbon inputs, soil temperature and moisture. *Glob Change Biol* (13):2018–2035.
- Zhang L, Chen Y, Li W, Zhao R. 2009. Abiotic regulators of soil respiration in desert ecosystems. *Environ Geol.* (57):1855–1864.

048 APORTES DE NITRÓGENO DE LEUCAENA ESTABLECIDA EN DIFERENTES ARREGLOS DE SIEMBRA EN PRADERAS DE GUINEA

NITROGEN YIELDS FROM LEUCAENA ESTABLISHED AT DIFFERENT SEEDING ARRANGEMENTS IN GUINEA PASTURES

Javier Enrique Castillo H.^{1*}, Fernando Rivas P.¹ y Luís Ortega R.¹

¹ C. E. Mocochoá, CIR-Sureste, INIFAP.

Campo Experimental Mocochoá, km 22.5 Carretera Mérida –Motul.

Fax: 99919162218 ext 114

castillo.javier@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue cuantificar los aportes de nitrógeno biológico de plantas de Leucaena {*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt} sembradas en distintos arreglos en praderas de Guinea (*Panicum maximum* Jacq.). Los tratamientos fueron: franjas de Leucaena apartadas cada 3 m con golpes de siembra (espeque) cada 25 (T1), 50 (T2) y 75 (T3) cm de distancia, franjas cada 5 m sembradas cada 25 (T4), 50 (T5) y 75 (T6) cm de distancia, franjas cada 7 m sembradas cada 25 (T7), 50 (T8) y 75 (T9) cm de distancia y como testigo, pasto Guinea en monocultivo (T10). En los suelos, se cuantificó nitrógeno total (%), nitrógeno orgánico (%), materia orgánica (%) y nitratos (mg/kg). Los datos se sometieron a un análisis de varianza de una vía mediante PROC MIXED en un diseño de bloques completos al azar, con comparación de medias a través de contrastes ortogonales. Los porcentajes de nitrógeno orgánico, nitrógeno total y materia orgánica (MO) en suelos de Leucaena asociado a Guinea, indistintamente del arreglo de siembra, fueron significativamente superiores a los registrados en suelos con monocultivo de pasto Guinea. A medida que aumentó la distancia de siembras de 3 a 5 o de 3 a 7 m entre franjas, el nitrógeno orgánico, el nitrógeno total y la MO disminuyeron de manera importante ($P < 0.05$). En praderas de pasto Guinea, la intersembrado de franjas de Leucaena distanciadas cada 3 m, aportaron al suelo significativas cantidades de nitrógeno biológico y materia orgánica, útiles para procurar la sostenibilidad de tierras de pastoreo en regiones tropicales.

Palabras clave: Intersiembra, producción de forraje, Leucaena, Guinea, nitrógeno.

ABSTRACT

Our goals were to identify the contributions of Leucaena plants {*Leucaena leucocephala* (LAM.) Witt} based on soil improvements through biological nitrogen fixation, sown at different arrangements in Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) pastures. Treatments were: Leucaena strips away each 3 m with seeding (handspike) hits every 25 (T1), 50 (T2) and 75 (T3) cm distance, stripes every 5 m sown each 25 (T4), 50 (T5) and 75 (T6) cm distance, stripes each seeded 7 m every 25 (T7), 50 (T8) and 75 (T9) cm away, and Guinea grass in monoculture as a control (T10). In soils, total nitrogen (%), organic nitrogen (%), organic matter (%) and nitrate (mg/kg) was quantified. The

data were subjected to one way ANOVA through PROC MIXED in a complete randomized block design, with mean comparison through orthogonal contrasts. The percent of organic nitrogen, total nitrogen and organic matter (OM) in Leucaena soils interseeded to Guinea grass, regardless of seeding arrangement, were significantly higher compared to soils with Guinea grass in monoculture. To increased plantings of 3-5 or 3-7 m distance between stripes, organic nitrogen, total nitrogen, and MO decreased significantly ($P < 0.05$). In Guinea grass pastures, interseeding Leucaena strips 3 m apart, added to soil significant quantities of biological nitrogen and organic matter, valuable to ensure the sustainability of pastures in tropical regions.

Keywords: intercropping, forage production, Leucaena, Guinea grass, nitrogen.

INTRODUCCIÓN

Los monocultivos de gramíneas perennes son altamente extractivos de nitrógeno. Los suelos poco fértiles derivan en baja productividad y calidad de los forrajes. El intercalado de cultivos con fijación biológica de nitrógeno (FBN) de leguminosas mantiene una simbiosis con bacterias del género *Rhizobium* que viven en nódulos de sus raíces. La FBN de Leucaena se ha reportado como una mejor fuente de nitrógeno contrastado con urea, destacando también la economía de éste sistema en comparación de una fertilización inorgánica (Gutteridge, 1988). La intersiembra de leguminosas forrajeras dentro de praderas en monocultivo, es una alternativa tecnológica orientada a la sostenibilidad de la producción de la pastura debido a los aportes de N al suelo por las leguminosas. La intersiembra de Leucaena en praderas de pasto Guinea asociado al efecto del arreglo de siembra y su influencia en la nitrificación biológica en suelos tropicales, necesita ser evaluada. El objetivo del presente trabajo fue cuantificar los aportes de nitrógeno biológico de franjas de Leucaena establecidas en distintos arreglos de siembra en praderas de Guinea.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en tierras de pastoreo del Sr. Abraham Flores Canul (productor cooperante) ubicadas en el km 7 de la carretera Tizimín a Colonia Yucatán. Las praderas utilizadas fueron de Guinea común, con historial de más de 10 años de pastoreo rotacional y sin fertilización. En septiembre de 2011, con espeque se sembraron semillas de Leucaena distanciadas cada 25, 50 o 75 cm entre sí, posterior a la eliminación química de franjas de pasto Guinea. En junio de 2012, se efectuó un corte de emparejamiento en la Leucaena y el trabajo cuantitativo se realizó desde esta fecha hasta junio de 2013. Los tratamientos fueron: franjas de Leucaena apartadas cada 3 m con golpes de siembra (espeque) cada 25 (T1), 50 (T2) y 75 (T3) cm de distancia, franjas cada 5 m sembradas cada 25 (T4), 50 (T5) y 75 (T6) cm de distancia y franjas cada 7 m sembradas cada 25 (T7), 50 (T8) y 75 (T9) cm de distancia y como testigo, pasto Guinea en monocultivo (T10). Cada franja se conformó de tres líneas de siembra, con 50 cm de separación. La población de Leucaena en los tratamientos evaluados, varió entre 30,000 (T1) y 5,200 (T9) plantas/ha. Los tratamientos se

distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. El tamaño de la unidad experimental (U.E.) fue de 75 m². Se tomaron cuatro muestras de suelo en zigzag por U.E., con una separación de la franja de 50 cm y a una profundidad de 0 a 25 cm; posteriormente fueron mezcladas para conformar una sola muestra por U.E. En los suelos, se cuantificó total de nitrógeno (%), nitrógeno orgánico (%), materia orgánica (%) y nitratos (mg/kg), mediante métodos de Kjeldhal, microanálisis, Walkley-Black y Brucina respectivamente (Hanselman *et al.*, 2004) en base anual. Los datos se sometieron a un análisis de varianza de una vía mediante PROC MIXED en SAS, con tratamientos como efectos fijos y bloques como efectos aleatorios, las diferencias entre promedios seleccionados fueron separadas por contrastes ortogonales (Littell *et al.*, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Leucaena intercalada en praderas de Guinea ya sea en hileras distanciadas cada 3, 5 y 7 m, o indistintamente de la separación entre plantas (0.25, 0.5 o 0.75 m), permitieron al Guinea asociado exhibir significativos ($P < 0.05$) aumentos en nitrógeno orgánico y nitrógeno total, comparado con la pradera de Guinea en monocultivo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Contenido de nitrógeno total y orgánico en suelo de praderas de pasto Guinea intercalado con Leucaena en distintos arreglos de siembra.

Tratamientos	Nitrógeno	
	Total	Orgánico
	%	
1. Hileras de 3 m y 25 cm entre plantas	1.06	1.01
2. Hileras de 3 m y 50 cm entre plantas	0.80	0.70
3. Hileras de 3 m y 75 cm entre plantas	0.91	0.79
4. Hileras de 5 m y 25 cm entre plantas	0.65	0.53
5. Hileras de 5 m y 50 cm entre plantas	0.51	0.41
6. Hileras de 5 m y 75 cm entre plantas	0.76	0.66
7. Hileras de 7 m y 25 cm entre plantas	0.57	0.47
8. Hileras de 7 m y 50 cm entre plantas	0.63	0.60
9. Hileras de 7 m y 75 cm entre plantas	0.19	0.07
10. Guinea en monocultivo	0.17	0.04
Efecto de distancia entre hileras		
	Promedio de contraste y significancia ^a	
Tratamiento 1 a 3 vs. 10	0.93 vs 0.17***	0.83 vs 0.04***
Tratamiento 4 a 6 vs. 10	0.64 vs 0.17***	0.53 vs 0.04***
Tratamiento 7 a 9 vs. 10	0.46 vs 0.17**	0.38 vs 0.04**
Tratamiento 1 a 3 vs. 4 a 6	0.93 vs 0.64***	0.83 vs 0.53***
Tratamiento 1 a 3 vs. 7 a 9	0.93 vs 0.46***	0.83 vs 0.38***
Tratamiento 4 a 6 vs. 7 a 9	0.64 vs 0.46ns	0.53 vs 0.38ns
Efecto de distancia entre plantas		
Tratamiento 1, 4 y 7 vs. 10	0.76 vs 0.17***	0.67 vs 0.04***
Tratamiento 2, 5 y 8 vs. 10	0.65 vs 0.17***	0.57 vs 0.04***
Tratamiento 3, 6 y 9 vs. 10	0.62 vs 0.17***	0.50 vs 0.04***
Tratamiento 1, 4 y 7 vs. 2, 5 y 8	0.76 vs 0.65ns	0.67 vs 0.57ns
Tratamiento 1, 4 y 7 vs. 3, 6 y 9	0.76 vs 0.62ns	0.67 vs 0.50ns
Tratamiento 2, 5 y 8 vs. 3, 6 y 9	0.65 vs 0.62ns	0.57 vs 0.50ns

^a ns, *, **, *** indica no significativo, significativo a P 0.05, 0.01 and 0.001, respectivamente.

Para el efecto de la distancia de siembra entre hileras de *Leucaena*, se observó que a medida que aumenta la distancia entre hileras de siembra de 3 a 5 y de 3 a 7 m, el nitrógeno total disminuye significativamente en ese orden de 0.93 a 0.64% y de 0.93 a 0.46% (Cuadro 1). El nitrógeno orgánico mostró una tendencia similar al disminuir de 0.83 a 0.38% cuando se amplió de 3 a 7 m la distancia entre franjas. La siembra de franjas de *Leucaena* cada 5 o 7 m resultaron en el suelo con similares depósitos de nitrógeno total y nitrógeno orgánico ($P>0.05$). Aparte de la influencia de la distancia de franjas en las cantidades de nitrógeno aportado al suelo, la evidencia de su aumento contrastado con el suelo testigo, puede ser de gran significado ecológico. Rao y Giller (1993) reportaron que el nitrógeno fijado por plantas de *Leucaena* se transfirió a pasturas de Buffel, aumentando la productividad de la gramínea y la fertilidad del suelo.

Con relación a la influencia de la distancia entre plantas, suelos sembrados con plantas cada 25, 50 o 75 cm, resultaron con similares ($P>0.05$) aportes de nitrógeno total y nitrógeno orgánico, en el perfil de 0 a 25 cm de profundidad suelo (Cuadro 1).

Cuadro 2. Contenido de materia orgánica y fósforo aprovechable en suelo de praderas de pasto Guinea intercalado con *Leucaena* en distintos arreglos de siembra.

Tratamientos	Materia orgánica	Nitratos
	— % —	— mg/kg —
1. Hileras de 3 m y 25 cm entre plantas	21.3	469.9
2. Hileras de 3 m y 50 cm entre plantas	15.9	874.8
3. Hileras de 3 m y 75 cm entre plantas	18.3	1096.4
4. Hileras de 5 m y 25 cm entre plantas	13.0	1123.5
5. Hileras de 5 m y 50 cm entre plantas	10.3	926.3
6. Hileras de 5 m y 75 cm entre plantas	15.2	895.2
7. Hileras de 7 m y 25 cm entre plantas	11.3	854.7
8. Hileras de 7 m y 50 cm entre plantas	12.7	267.9
9. Hileras de 7 m y 75 cm entre plantas	3.7	1021.9
10. Guinea en monocultivo	3.4	851.1
Promedio de contraste y significancia ^a		
Efecto de distancia entre hileras		
Tratamiento 1 a 3 vs. 10	18.5 vs 3.4***	813.7 vs 851.1ns
Tratamiento 4 a 6 vs. 10	12.8 vs 3.4***	981.7 vs 851.1ns
Tratamiento 7 a 9 vs. 10	9.2 vs 3.4**	714.8 vs 851.1ns
Tratamiento 1 a 3 vs. 4 a 6	18.5 vs 12.8***	813.7 vs 981.7ns
Tratamiento 1 a 3 vs. 7 a 9	18.5 vs 9.2***	813.7 vs 714.8ns
Tratamiento 4 a 6 vs. 7 a 9	12.8 vs 9.2ns	981.7 vs 714.8**
Efecto de distancia entre plantas		
Tratamiento 1, 4 y 7 vs. 10	15.2 vs 3.4***	815.8 vs 851.1ns
Tratamiento 2, 5 y 8 vs. 10	13.0 vs 3.4***	689.7 vs 851.1ns
Tratamiento 3, 6 y 9 vs. 10	12.4 vs 3.4***	1004.5 vs 851.1ns
Tratamiento 1, 4 y 7 vs. 2, 5 y 8	15.2 vs 13.0ns	815.8 vs 689.7ns
Tratamiento 1, 4 y 7 vs. 3, 6 y 9	15.2 vs. 12.4ns	815.8 vs 1004.5ns
Tratamiento 2, 5 y 8 vs. 3, 6 y 9	13.0 vs 12.4ns	689.7 vs 1004.5**

^a ns, *, **, *** indica no significativo, significativo a P 0.05, 0.01 and 0.001, respectivamente.

Praderas de Guinea intercaladas con *Leucaena* exhibieron en sus suelos significativos ($P<0.05$) aumentos en materia orgánica (MO), comparado con suelos soportando Guinea en monocultivo (Cuadro 2). La distancia entre franjas de *Leucaena* influyó de

manera importante en el contenido de MO del suelo; a medida que la distancia aumentó de 3 a 5 y de 3 a 7 m, la MO disminuyó de 18.5 a 12.8% y de 18.5 a 9.2%, respectivamente. Franjas de *Leucaena* establecidas cada 5 o 7 m resultaron con similares ($P>0.05$) aportes de MO en el suelo. La distancia de siembra entre plantas, no influyó en la cantidad de MO acumulada en el suelo.

Núñez *et al.* (2009) indican que cada unidad de MO del suelo aporta aproximadamente 20 kg/ha de N aprovechable, durante un ciclo de cultivo. Considerando el anterior factor como un estimador del N aprovechable, las praderas de Guinea con franjas de *Leucaena* sembradas a 3, 5 y 7 m aportarían al sistema 370, 318 y 184 kg de nitrógeno aprovechable/ha, respectivamente.

En términos generales, la interseembra de *Leucaena* no modificó de manera importante las cantidades de nitratos en el suelo, contrastado con los valores observados en las áreas de Guinea en monocultivo (Cuadro 2).

CONCLUSIONES

En praderas de pasto Guinea, la interseembra de franjas de *Leucaena* distanciadas cada 3 m, aportaron al suelo significativas cantidades de nitrógeno biológico y materia orgánica, útiles para procurar la sostenibilidad de tierras de pastoreo con fines de silvopastoreo en regiones tropicales.

LITERATURA CITADA

Gutteridge RC. Alley cropping kenaf (*Hibiscus cannabinus*) with leucaena (*Leucaena leucocephala*) in south-eastern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 1988; (28): 481–484.

Hanselman TA, DA Graetz, and TA Obreza. A comparison of in situ methods for measuring net nitrogen mineralization rates of organic soil amendments. *J. Environ. Qual* 2004 (33):1098-1105.

Littell Ramon C, Milliken George A, Stroup Walter W, Wolfinger Russell D. SAS System for Mixed Models, SAS Institute Inc.1996.

Núñez HG, Figueroa VU, Chew MYI, Ramírez DM, Reyes JI, Reta SDG, Faz CR, Osuna CES y Castro ME. Producción y aprovechamiento de forrajes. *In*: Núñez HG, Díaz AE, Espinosa GJA, Ortega RL, Hernández AL, Vera AHR, Medina C M y Ruíz LFJ (Eds.). Producción de leche de bovino en el sistema intensivo. INIFAP, CIRGOC, Veracruz, México: Libro Técnico Núm. 23. 2009: 17-79.

Rao AV and Giller K E. Nitrogen fixation and its transfer from *Leucaena* to grass using ^{15}N . *Forest Ecology and Management* 1993; 61:221-227.

Los autores expresan su reconocimiento a la SAGARPA y al CONACYT por el financiamiento de este proyecto: 2010-144591.

049 EXTRACCIÓN UNITARIA DE NUTRIENTES DE CUATRO CULTIVARES DE *Pennisetum purpureum* EN LA LLANURA COSTERA DE VERACRUZ

UNITARIAN NUTRIENT EXTRACTION OF FOUR CULTIVARS OF *Pennisetum purpureum* IN THE COASTAL PLAIN OF VERACRUZ

Julio César Vinay Vadillo¹; Andrés Vásquez Hernández²; Isaías López Guerrero¹;
Teresa García Peniche¹

¹INIFAP – Campo Experimental “La Posta” Carretera federal Veracruz-Córdoba km 22.5 Paso del Toro, Ver. C.P. 94277 Tel. 01 (229) 2622222. ²INIFAP – Campo Experimental Cotaxtla Carretera federal Veracruz-Córdoba km 34.5 Cotaxtla, Ver. C.P. 94270 Tel. 01 (229) 2622232 vinay.julio@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se determinaron nutrientes principales y secundarios por tonelada MS y la eficiencia de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum* fertilizado (141-43-20, en dos aplicaciones) y sin fertilizar, bajo condiciones de temporal en clima Aw₂: Elefante, Maralfalfa, Roxo, Taiwán, y Cubano, cortados cada 21 días durante seis meses desde inicio de lluvias. La extracción se determinó para (N,P,K,Ca,Mg,S). Los datos se ajustaron con $y=ax^b$, y los nuevos datos se multiplicaron por la curva de crecimiento de MS para calcular la extracción de cada elemento (kg/tonelada de MS). Estas curvas se ajustaron a un polinomio cuadrático, para obtener los máximos extraídos. Con la diferencia entre sin y con fertilización, sobre dosis de fertilización, se obtuvo eficiencia. El diseño fue bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. Las extracciones no mostraron diferencias significativa ni por fertilización ni por Cultivar ni su interacción: Nitrógeno 4.8 a 5.3 kg y de 1.5 a 1.7 de fósforo por tonelada MS. Para P y S la extracción unitaria fue mayor ($P \leq 0.05$) en plantas no fertilizadas: 1.82 y 0.22 kg de nutriente/ton MS. Roxo extrajo el mayor contenido de K (22.3 kg) por ton MS y el mayor valor de S: 0.234 kg/ton MS. La extracción máxima de nitrógeno la presentaron ($P \leq 0.05$) Elefante y Maralfalfa: 80 kg/ha en 100 días de crecimiento, eficiencia del 30%; Fueron los cultivares con mejores extracciones y eficiencia: 237 y 265 kg de K/ha, a los 120 días. Las extracciones unitarias de nutrientes se reflejan en cantidad de biomasa.

Palabras clave: Curvas de extracción, NPK, extracción unitaria,

ABSTRACT

Principal and secondary nutrients per ton MS and the efficiency were determined for four cultivars of *Pennisetum purpureum*, fertilized (141-43-20, divided in two applications) and unfertilized, under rainfed conditions in Aw₂ Climate: Elefante, Maralfalfa, Roxo, Taiwan, and Cubano, cutted every 21 days for six months from the beginning of the rainy season. The extraction was determined for (N,P,K,Ca,Mg,S). Data were adjusted by $y=ax^b$, and the new values were multiplied by the growth curve of MS yield, to calculate the extraction for each element (kg/ton MS). These curves were adjusted to a quadratic polynomial to obtain the maximum amount extracted. Using the differences between fertilized and unfertilized, over fertilization dosage, efficiency was obtained. The experimental design was randomized blocks design with Split plot arrangement. Extractions showed no significant differences due

to Fertilization nor for Cultivar or their interaction: Nitrogen 4.8 to 5.3 kg and from 1.5 to 1.7 pf Phosphorus per ton MS. For P and S the unitarian extraction was greater ($P \leq 0.05$) in unfertilized plants: 1.82 and 0.22 kg of nutrient/ton MS. Roxo extracted the greatest amount of K (22.3 kg) per ton MS and had the best value for S: 0.234 kg/ton MS. The maximum Nitrogen extractions ($P \leq 0.05$) were found in Elefante and Maralfalfa: 80 kg/ha in 100 days of growth, with efficiency of 30%; those were the cultivars with best extractions and efficiencies: 237 and 265 kg de K/ha, at 120 days of age. Unitarian nutrient extractions are reflected in biomass.

Key words: Extraction Curves, NPK, Unitarian extraction.

INTRODUCCIÓN

Las curvas de extracción o absorción, no es mas que una representación gráfica de la extracción de nutrientes y representa las cantidades de este elemento extraídas por la planta durante su ciclo de vida y depende básicamente del potencial genético de la planta, la edad, el potencial de fertilidad del suelo, así como también la temperatura, humedad, y la intensidad solar. Conociendo las curvas se determina los puntos en el tiempo donde ocurre la mayor extracción, esto permite definir el tiempo de aplicación de los fertilizantes como parte medular de un programa de fertilización con bases técnicas confiables, también de manera indirecta permite conocer la eficiencia de los fertilizantes. Algo mas importante es que nos ayuda a determinar las necesidad de elementos esenciales para la producción de biomasa.

El N es el nutriente mas importante en los programas de fertilización, ya que cumple un papel determinante en el desarrollo de la planta ya forma parte de la estructura de las proteínas, clorofila y ácidos nucleicos, promueve el crecimiento vegetativo y mejora el rendimiento por lo que de manera general es el que se requiere en mayores cantidades. Su deficiencia se manifiesta con plantas y hojas pequeñas y disminución del rendimiento. Las recomendaciones de la fertilización dependen del sistema de cultivo y variedad así como de la meta de rendimiento real

El P es muy importante para el desarrollo radicular y crecimiento vegetativo, pues además, es componente esencial de los ácidos nucleicos, fosfolípidos y membranas celulares (Yoshida, 1981). Cumple con el metabolismo energético, debido a que forma parte de la de la molécula de ATP y el transporte de energía. La deficiencia se manifiesta como la aparición inicial de un color verde oscuro en hojas viejas, que posteriormente se tornan amarillo-anaranjado.

En forma general, el K esta relacionado con procesos importantes como la fotosíntesis, respiración, formación de clorofila, metabolismo de carbohidratos y activador de enzimas en la síntesis de proteína (Doberman y Fairhurst, 2000). Los síntomas de deficiencia causan atrofia de las plantas, disminuyen la formación de hijos y en la hojas mas viejas presentan clorosis en los bordes necrosis en estados más avanzados.

El azufre es de gran importancia para mejorar el aprovechamiento de nitrógeno por la planta. Forma parte estructural de las proteínas y constituye los aminoácidos esenciales, cistina, cisteína, metionina. Además, forma parte de algunas vitaminas como la tiamina y biotina. La deficiencia es muy similar a la del N, lo cual hace difícil su identificación visual, los síntomas se presentan en hojas mas nuevas, que se tornan amarillas en las vainas, avanzando en toda la hoja.

Los objetivos del presente trabajo fueron determinar cantidad de macronutrientes y nutrientes secundarios extraídos por tonelada de materia seca de cuatro cultivares

de *Pennisetum purpureum* fertilizado y sin fertilizar bajo condiciones de temporal y la extracción máxima NPK de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum* fertilizado sin fertilizar, así como estimar su eficiencia bajo condiciones de temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevo a cabo en los terrenos del campo experimental "La Posta" de Paso del Toro, Veracruz, localizado en las coordenadas 19° 00' 49" latitud norte y 96° 08' 19" longitud oeste (INEGI 2009). El clima predominante en el área corresponde al tropical sub-húmedo Aw₂ (Vidal, 2005), con temperaturas media, máxima y mínima de 25, 35 y 15 °C, respectivamente, con una precipitación pluvial de 1461 mm, y humedad relativa de 77.4%. La altura es de 10 m.s.n.m. Los suelos predominantes son del tipo vertisol, con pH ácido (5.4), con textura de migajón arcillo-arenosa y con un contenido de materia orgánica de 2.6%.

Los cultivares evaluados fueron: 1) Elefante, Maralfalfa, Roxo, Taiwán, Cubano con o sin fertilización, cortados cada 21 días durante seis meses en la época de lluvias (bajo condiciones de temporal). El terreno fue preparado convencionalmente con subsuelo, barbecho, doble rastra y surcado a 80 cm entre surcos, en todos los casos se usaron dos esquejes o estacas de tres nudos, sembradas cada 80 cm sobre el terraplen del surco, procurando que dos de los tres nudos quedaran enterradas y que las estacas formaran un ángulo de 45° con relación a la superficie. Al inicio del experimento se realizó un corte de uniformidad a 25 cm de altura sobre la superficie. Para el caso de las parcelas que fueron fertilizadas, la dosis fue 141-43-20, esta se fraccionó en dos aplicaciones, en la primera se aplicó la mitad del nitrógeno ocho días después del corte de uniformidad y la segunda se le aplicó el resto del nitrógeno y todo el fósforo y potasio, sesenta días después de la primera aplicación. Una vez establecidas las parcelas los pastos en estudio fueron cosechados con machete, cada tres semanas de rebrote y a un altura de 25 cm. Durante los muestreos se registro la producción de materia seca de la planta completa de cada parcela, tomando todo el material fresco que se cortó, de esta se tomó una alícuota para secarla en la estufa de aire forzado a una temperatura de 55 °C y posteriormente se molió. A las muestras (planta completa) se les determinó N (Método Kjeldhal), P con vanadato de amonio en espectrofotómetro UV-Visible K, Ca y Mg por absorción atómica y azufre turbidimétrico con sulfato de bario en espectrofotómetro UV-Visible en el Laboratorio de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del CIRGOC-INIFAP. La extracción unitaria o nutriente requerido se determinó empleando la composición nutrimental (N,P,K,Ca,Mg,S) de cada cultivar por corte. Cabe hacer mención que los datos de la composición nutrimental observados se ajustaron a la ecuación $y = ax^b$ utilizando el algoritmo de levenberg-marquart (Software Kaleidagraph v3.0®). Los nuevos datos simulados se multiplicaron por la producción de materia seca (curva de crecimiento) para obtener la cantidad de cada componente en kg/ha o curvas de extracción. Con esto se calculó extracción unitaria de cada elemento en kg / tonelada de Materia Seca. Para obtener la eficiencia de NPK aplicados como fertilizante químico, se utilizaron las curvas de extracción de NPK, y se ajustó a un polinomio de orden cuadrático derivándose para obtener el máximo del nutriente extraído. La diferencia entre lo máximo extraído con fertilización y sin fertilización divididos entre la cantidad que se aplico de NPK, se obtuvo la eficiencia de cada elemento.

La curva del crecimiento, se obtuvo con una análisis de regresión no lineal empleando la función sigmoideal descrita por Gompertz, para ello se utilizó un

software Scientist®, aplicando el algoritmo de Powell como el método de minimización. La función de Gompertz fue; (Horgan, 2005). $Y = A \exp^{-\exp(-\mu(x-B))}$

El diseño experimental fue el un bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con cuatro repeticiones (bloques) para parcela mayor que representa el pasto y 24 repeticiones chica que representa los tratamientos con o sin fertilizante. Para evitar efectos nocivos entre alturas del rebrote adyacente, los cortes no se aleatorizaron, sino que se arreglaron en un orden ascendente empezando con el primer corte, a las tres semanas, en un extremo de la parcela y acabando con el octavo corte a las 24 semanas (168 días de edad) en el extremo opuesto. El área muestreada fue de 5.76 m², equivalente a 3 surcos de 2.4 m de ancho por 2.4 m de largo.

Las variables obtenidas se sometieron a un análisis de varianza como se mencionó anteriormente y la medias se compararon por el método de Tukey, para ello se utilizó el paquete estadístico MINITAB v15.1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las extracciones unitaria de N, K, Ca y Mg no mostraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) para el efecto de fertilizar o no a los cultivares de Pennisetum, con valores de 5, 18, 6 y 1 kg de nutriente/ton MS respectivamente. En el caso de P y S la extracción unitaria fue mayor ($P \leq 0.05$) para el efecto no fertilizar de 1.82 y 0.22 kg de nutriente/ton MS.

El efecto de los cultivares sobre la extracción unitaria para el caso de N y P no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) con niveles para nitrógeno de 4.8 a 5.3 kg son requeridos para producir una tonelada de materia seca y de 1.5 a 1.7 de fósforo. En relación al potasio el cultivar Roxo extrae el mayor contenido con 22.3 kg para producir una tonelada de MS, caso contrario el cultivar Taiwán logro una extracción unitaria de 13.8 kg/ton de MS (Cuadro 1). Cabe mencionar que las condiciones fueron de temporal y en suelos tipo vertisol y clima tropical subhúmedo.

Cuadro 1. Extracciones unitarias de macronutrientes en cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum*

Cultivar	kg N/ ton MS	kg P/ ton MS	kg K/ ton MS	Mínimo, ton/MS/ha	Máximo, ton/MS/ha
Elefante	^a 5.3±0.34	^a 1.4±0.096	^{ab} 19.3±1.59	0.900	13.4
Maralfalfa	^a 4.8±0.22	^a 1.5±0.062	^a 19.1±1.03	1.055	12.3
Roxo	^a 5.2±0.26	^a 1.7±0.073	^a 22.3±1.21	0.650	9.9
Taiwan	^a 4.8±0.22	^a 1.5±0.062	^b 13.8±1.03	0.500	11.5

Media ± Error Estándar de la Media. Literales diferentes son estadísticamente diferentes $p \leq 0.05$. Comparación de medias Tukey, $\alpha = 0.05$

La extracciones unitarias de los nutriente secundarios Ca y Mg no manifestaron diferencia significativa por efecto de cultivares ($P \leq 0.05$), aunque los valores de calcio para Maralfalfa y Taiwán fueron los mas altos con 8.0 y 7.6 kg/ton MS. Para caso de azufre el cultivar Roxo presento el mayor valor con 0.234 kg/ton MS. La interacción fertilizar o no con cultivar no presento un diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$).

La extracción máxima de nitrógeno la presentaron ($P \leq 0.05$), los cultivares Elefante y Maralfalfa con valores cercanos a los 80 kg/ha en menos de 100 días del crecimiento y con una eficiencia del uso del fertilizante nitrogenado (urea) de 30% aproximadamente, el King Grass no mostró una buena extracción ni eficiencia con datos de 35.2 kg/ha y 15%. Para el caso de fósforo el cultivar Elefante y Maralfalfa lograron un máximo de 20 y 18 kg/ha en días 120 y 110 respectivamente. Caso contrario a lo ocurrido con nitrógeno el Maralfalfa mostró la menor eficiencia del uso del fósforo de 9.07%. Para el caso de Potasio tuvo la misma tendencia que el nitrógeno y fósforo, los mejores cultivares con una máxima extracción y eficiencia los mostraron Elefante y Maralfalfa ($P \leq 0.05$) con valores de 237 y 265 kg de K/ ha, aunque esta extracción se presentó a los 120 días aproximadamente.

CONCLUSIONES

Las extracciones unitarias de los nutrientes para los cultivares Pennisetum se reflejan en la cantidad de ellos para producir biomasa extrapolables entre los niveles de producción logrados. Los cultivares Elefante y Maralfalfa sobresalen con las mejores extracciones y eficiencia de nutrientes, reflejándose en mayores producciones de biomasa por hectárea.

LITERATURA CITADA

Doberman A, Fairhurst T. Rice. Nutrient disorders and nutrient management. Potash and Phosphate Institute and International Rice Research Institute. USA. 2000: 190.

INEGI Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades. [En línea] <http://mapserver.inegi.org.mx/mgn2k/?s=geo&c=1223>. 2009.

Vidal ZR. Región 7, Golfo de México. 121-144. En: Las regiones climáticas de México. Instituto de Geografía UNAM, México. 2005.

Yoshida S. Fundamental of rice crop science. International Rice Research Institute. Los Baños Filipinas. 1981: 267

050 NITRÓGENO DEL SUELO EN MATORRALES DE CHIHUAHUA

SOIL NITROGEN IN SHRUBLANDS OF CHIHUAHUA

Pedro Jurado Guerra, Rubén Saucedo Terán, Carlos Morales Nieto, Martín Martínez Salvador

Sitio Experimental La Campana, INIFAP, Km. 33 Carr. Chihuahua-Ojinaga, Cd. Aldama, Chih. Tel/Fax 614-451-0601, jurado.pedro@inifap.gob.mx; saucedo.ruben@inifap.gob.mx, martinez.martin@inifap.gob.mx

Facultad de Zootecnia, UACH, Km 1 Perif. Francisco R. Almada, Chihuahua, Chih. cnieto@uach.mx

RESUMEN

Los matorrales desérticos son ecosistemas de gran importancia en México, sin embargo existe poca información sobre la fertilidad de suelo. El objetivo fue estimar el contenido de nitrógeno total del suelo (NTS) en tres tipos de matorrales. Se seleccionaron seis sitios de matorrales desérticos. Se establecieron tres parcelas de campo en cada sitio. Se colectaron doce 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 durante tres años. El nitrógeno total fue estimado con Analizador Elemental. 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 NTS fue afectado por la fecha de muestreo ($P \leq 0.0003$). El NTS varió desde 0.193% en 2009 hasta 0.087% en 2011. El NTS del matorral mediano fue influenciado por el microsítio ($P \leq 0.0008$) y la fecha de muestreo ($P \leq 0.0001$). EL NTS varió desde 0.134% debajo del mezquite (*Prosopis glandulosa*) hasta 0.12% en suelo desnudo. EL NTS varió desde 0.136% en 2009 hasta 0.116% en 2011. En el matorral crasirosulifolio, el NTS fue afectado por el sitio ($P \leq 0.0003$), el microsítio ($P \leq 0.0001$) y la fecha ($P \leq 0.0003$). El NTS varió desde 0.142% en sitio en condición pobre hasta 0.166% en sitio en condición buena. El NTS disminuyó desde 0.167% debajo de la lechuguilla (*Agave lechugilla*) hasta 0.141% en sitio en suelo desnudo y desde 0.173% en 2009 hasta 0.151% en 2011. El contenido de NTS varía con el tipo de matorral y depende principalmente del microsítio y el año.

Palabras clave: agostaderos, nitrógeno, suelos zonas áridas.

ABSTRACT

Shrublands are important ecosystems in Mexico, although not much information is available on their soil fertility. The objective was to evaluate total soil nitrogen (TSN) in three shrubland types. Three field plots were established in each site. Twelve soil samples were collected in each plot, at two microsities bare soil or underneath dominant shrub, and two soil depths 0-15 and 15-30 cm during three years. TSN was estimated with an Elemental Analyzer. Statistical analysis was under a completely randomized design with factorial arrangement and repeated measures with Proc Mixed. In the creosotebush (*Larrea tridentata*) shrubland, TSN was influenced by year ($P \leq 0.0003$),

varying from 0.193% in 2009 to 0.087% in 2011. TSN at the mesquite (*Prosopis glandulosa*) shrubland was affected by microsite ($P \leq 0.0008$) and year ($P \leq 0.0001$). TSN varied from 0.134% underneath mesquite to 0.12% in bare soil. Also, TSN ranged from 0.136% in 2009 to 0.116% in 2011. In the lechugilla (*Agave lechuguilla*) shrubland TSN was influenced by site ($P \leq 0.0003$), microsite ($P \leq 0.0001$) and year ($P \leq 0.0003$). TSN varied from 0.142% in poor condition site to 0.166% in good condition site. TSN decreased from 0.167% underneath lechuguilla to 0.141% in bare soil, and from 0.173% in 2009 to 0.151% in 2011. TSN varied with shrubland type and depends mainly from microsite and year.

Key words: rangelands, nitrogen, arid zone soils.

INTRODUCCIÓN

Los matorrales xerófilos ocupan alrededor del 40% del país, caracterizados por clima extremo, baja precipitación y suelos pobres, de bajo contenido de materia orgánica (Rzedowski, 2006). En Chihuahua, los matorrales son ecosistemas dinámicos que cubrían alrededor de 6.6 millones has a finales de los 70's (COTECOCA, 1978) y se están extendiendo de acuerdo a cifras actuales hasta 8.4 millones de has en 2007 (SEMARNAT, 2011). Dichos matorrales han sido utilizados principalmente para la ganadería extensiva, sin embargo, se desconoce mucho de su ecología y de su condición.

La baja precipitación en la zona árida de Chihuahua donde se localizan los matorrales, es una limitante para la productividad en dichos ecosistemas. Similarmente, la fertilidad del suelo es otra limitante para el crecimiento de la vegetación en los matorrales (Holechek *et al.*, 1989), donde el nitrógeno es un nutriente de primera importancia. Kieft *et al.*, (1998) mostraron que los matorrales tienen menos disponibilidad de nutrientes del suelo que los pastizales. Sin embargo, la disponibilidad de nitrógeno del suelo en matorrales es poco conocida en matorrales desérticos de Chihuahua. El objetivo del estudio fue estimar el contenido de nitrógeno total del suelo (NTS) y su distribución en tres tipos de matorrales del Desierto Chihuahuense.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron seis sitios en tres tipos de matorrales: 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*), hojásén (*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 seleccionados 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 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 (*Dasyllirion 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 georeferenciadas para realizar los muestreos de vegetación y suelos en diciembre 2009. 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.

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 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 LECO por medio de combustión para determinar el porcentaje de NTS. Los muestreos de suelo se realizaron durante tres años.

Los datos de NTS 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 sitio, 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 matorral inerme parvifolio, el NTS fue afectado por la fecha de muestreo ($P \leq 0.0003$). El NTS varió desde 0.193% en 2009 hasta 0.087% en 2011 (Fig. 1). El NTS del matorral mediano fue influenciado por el micrositio ($P \leq 0.0008$) y la fecha de muestreo ($P \leq 0.0001$). EL NTS varió desde 0.134% debajo del mezquite (*Prosopis glandulosa*) hasta 0.12% en suelo desnudo. EL NTS varió desde 0.136% en 2009 hasta 0.116% en 2011 (Figura 2).

En el matorral crasirosulifolio, el NTS fue afectado por el sitio ($P \leq 0.0003$), el micrositio ($P \leq 0.0001$) y la fecha ($P \leq 0.0003$). El NTS varió desde 0.142% en sitio en condición pobre hasta 0.166% en sitio en condición buena. El NTS varió desde 0.167% debajo de la lechuguilla (*Agave lechugilla*) hasta 0.141% en sitio en suelo desnudo. EL NTS varió desde 0.173% en 2009 hasta 0.151% en 2011 (Fig.3).

Figura 1. Nitrógeno total (%) durante tres años en un matorral inerme parvifolio con gobernadora (*Larrea tridentata*) como arbusto dominante.

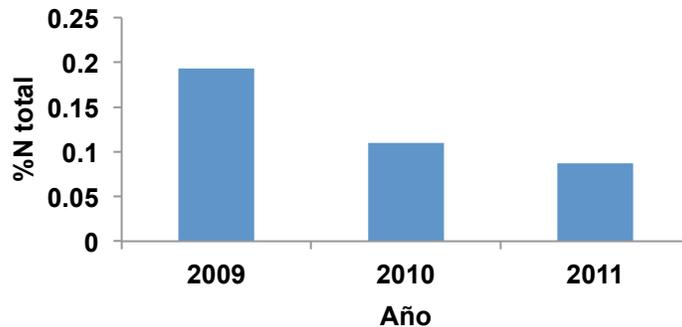
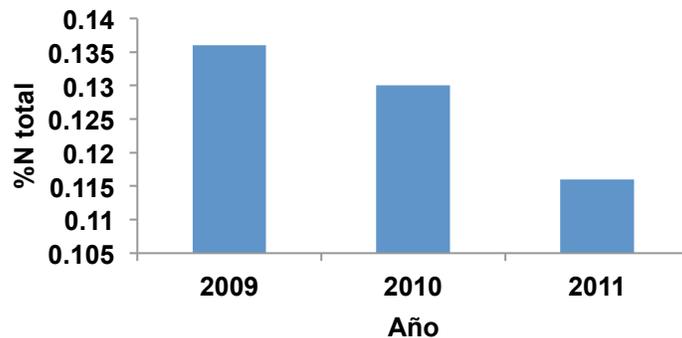
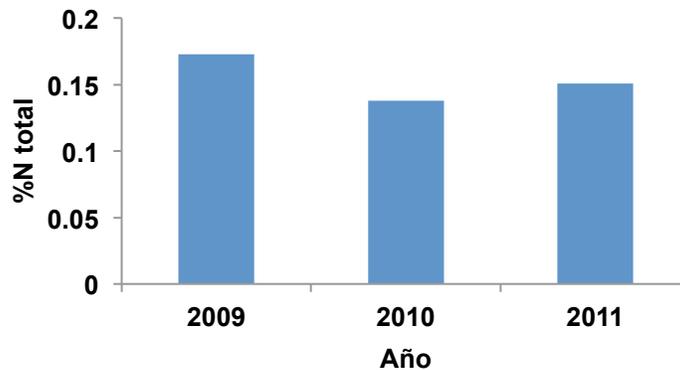


Figura 2. Nitrógeno total (%) durante tres años en un matorral mediano subinerme con mezquite (*Prosopis glandulosa*) como arbusto dominante.



De los resultados de este trabajo, se deduce que el micrositio y el año influenciaron el contenido de NTS en los matorrales. Lo anterior puede atribuirse a que el manejo del agostadero, que incluye prácticas como el manejo del pastoreo, la presencia de arbustos y la precipitación anual están influyendo en el contenido de nutrientes del suelo. En general, los años 2009 y 2010 presentaron una precipitación anual cerca de lo normal, sin embargo, el 2011 fue un año extremadamente seco. En general, los resultados obtenidos son similares a otros trabajos (Kieft et al., 1998; Yeaton, 2004) en cuanto a la distribución del nitrógeno, siendo mayor debajo de los arbustos que en suelo desnudo, en dos tipos de matorrales. Sin embargo, el matorral de gobernadora no presentó dicho patrón, un resultado diferente a los reportados por varios autores (García-Moya y McKell, 1970; Ugalde et al., 2008).

Figura 3. Nitrógeno total (%) durante tres años en un matorral crasirosulifolio con lechugilla (*Agave lechugilla*) como arbusto dominante.



CONCLUSIONES

El contenido de NTS varía con el tipo de matorral y depende principalmente del micrositio y el año.

LITERATURA CITADA

- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la determinación de los Coeficientes de Agostadero). Chihuahua. SARH. Subsecretaría de Ganadería. 1978.
- García-Moya E, McKell C. Contribution of shrubs to the nitrogen economy of a desert-wash plant community. *Ecology* 1970; 51:81-88.
- Holecheck JL, Pieper RD, Herbel CH. Range management principles and practices. Regents Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 501 pp. 1989.
- Kieft TL, White CS, Loftin SR, Aguilar R, Kreig JA, Skaar DA. Temporal dynamics in soil Carbon and Nitrogen resources at a grassland-shrubland ecotone. *Ecology* 1998; 79(2):671-683.
- Kirk RE. *Experimental Design*, 2nd ed. Brooks/Cole Publishing Co. Monterey, Cal. 1982.
- Rzedowski J. *Vegetación de México*. 1ra. Edición Digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 504 pp. 2006
- SAS Institute Inc. SAS ver. 9.2. *Statistical Analysis Software*. Cary, North Carolina, USA. 2012.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). *El ambiente en números*, 2011. www.semarnat.gob.mx. 2011.
- Ugalde-Avila A.J., Granados-Sánchez D., Sánchez-González A. Sucesión en el matorral desértico de *Larrea tridentata* en la Sierra de Catorce, San Luis Potosí, México. *Terra Latinoamericana* 2008; 26(2):153-160.
- Yeaton RI. A cyclical relationship between *Larrea tridentata* and *Opuntia leptocaulis* in the Northern Chihuahuan desert. *J. Ecology* 1978; 66:651-656.

**051 LOS ZACATES (FAMILIA POACEAE) DEL RANCHO “LOS ÁNGELES”,
MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. IDENTIFICACIÓN POR
CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS.**

**GRASSES (POACEAE FAMILY) FROM “LOS ANGELES” RANCH IN
SOUTHERN SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. IDENTIFICATION BY
VEGETATIVE CHARACTERISTICS.**

Ricardo Vásquez Aldape (*) rvaldape@hotmail.com
Alejandro García Valente (*) alejandrogv@yahoo.com.mx

(*) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México

RESUMEN

Para fortalecer el trabajo de identificación en la época del año en que no se presentan las características florales, o reproductivas, se trabajó con las características vegetativas y, complementariamente se revisaron los aspectos taxonómicos actuales de los zacates (Familia Poaceae) del rancho “Los Ángeles”, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, municipio de Saltillo, Coahuila, México, ubicado entre los 25 ° 06` 30” latitud norte y 100° 59` 18” longitud oeste. Durante los años 2012 y 2013 se realizaron colectas en los 12 sitios de pastizal que se han diferenciado en el rancho, así como en lugares de condición ecológica especial, como áreas disturbadas y con abundante y permanente humedad, cercanías de las casas, abrevaderos y corrales, con el propósito de identificar, por sus características vegetativas, los géneros, especies y variedades de zacates existentes. Como resultado, se reportan en forma de lista 31 géneros, 70 especies y 13 variedades. Se reportan 5 especies y 2 variedades no registradas anteriormente para el rancho. Cada especie se describe por: Género y especie (actuales), sinónimo, subfamilia, Tribu, Nombre Común, Longevidad, Origen, Características vegetativas, Características Florales, Distribución, Hábitat, Época de crecimiento, Valor forrajero y Manejo. Para la familia Cyperaceae, con la que fácilmente se confunden los zacates, se registraron dos especies. Para ilustrar las características vegetativas de los ejemplares colectados en campo, o de los especímenes facilitados por el herbario de la UAAAN, se pasó de la técnica tradicional del dibujo al uso de micro-imágenes digitales a color utilizando una cámara Olympus C-5060 wide zoom. Se presenta la descripción de la especie 63, como ejemplo.

Palabras clave: Zacates, Poaceae, Características vegetativas, identificación.

ABSTRACT

To support the identification process of grasses when there are no floral or reproductive parts, a research work was achieved at Los Angeles cattle ranch, southern Saltillo, Coahuila, Mexico, owned by Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México, located at 25 ° 06` 30” North Latitude, and 100° 59` 18” West Longitude. Vegetative characteristics were revised and utilized to help overcome this identification problem for range and ranch managers. Complementarily, taxonomic aspects were revised to make available

an actualized check list as well a technical report containing every species described by Genus and Species, (current names), sinonimous, subfamily, Tribe, Common Name, Longevity, Origin, Vegetative Characteristics, Floral Characteristics, Distribution, Habitat, Growing season, Forage value, and Management. During 2012 and 2013 collections tours were achieved over the 12 range sites differentiated for range management purposes on the referred ranch, as well as on ecolocally special conditions sites, as disturbed areas, corrals, roads, headquarters, etc. As a result, 31 genus, 70 species and 13 varieties are reported as a check list, described and illustrated. Five new species and 2 varieties are listed for the first time. For the Cyperaceae family, as a an easily confusing graminoid group, 2 new species were reported. To illustrate vegetative characteristics of field collected and UAAAN herbarium burrowed specimens, we passed from using the traditional hand drawing technique, to obtain color micro-images utilizing an Olympus C-5060 Wide Zoom Digital camera. A number 63 species description example is presented.

63. *Piptochaetium fimbriatum* (Kunth) Hitchc.

Clasificación

Sinónimo:	<i>Stipa fimbriata</i> Kunth
Subfamilia:	Pooideae
Tribu:	Stipeae
Nombre común:	Zacate pastillo del pinar
Longevidad:	Perenne
Origen:	Nativo

DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

Características vegetativas: Plantas algo amacolladas; culmos de 50 a 120 cm de alto, fuertemente erectos, glabros, sin ramificarse; vainas glabras; lígulas 1 a 3 mm longitud, membranosas, agudas, en forma de escamas; láminas 15 a 30 cm longitud y de 1 a 2 mm de ancho, filiformes, planas o involutas, glabras.

Características florales: Inflorescencia una panícula de 5 a 15 cm, erecta, a veces flexuosa, difusa, ramas delicadas, desnudas en la base, pedicelos de 2 a 5 mm largo; glumas 5 a 6.5 mm, ampliamente ovadas, verde pálido con tintes purpúreos, glabras, con 7 nervaduras, ápice redondo, a veces apiculadas, mucronadas; lema de 3.5 a 4 (5) mm, rígida, obovada, pardo claro a pardo oscuro en la madurez, brillante, lisa, cubierta de pelos antrorsos que se caen fácilmente, arista 1.5 a 2 cm, doblemente geniculada, fácilmente caediza; callo agudo y barbado; fruto un cariopsis.

Distribución: Casi en todos los estados de la república mexicana. En Estados Unidos, desde Colorado, Arizona, Nuevo México y Texas. Entre 1600 a 2350 m.s.n.m.

Hábitat: Bosques de pino, encino o juníferos, con suelos rocoso.

Época de crecimiento: La temporada caliente y húmeda del año, con floración entre julio y octubre.

Valor forrajero: Bueno; se señala que es preferido por el ganado. Tiene la desventaja de no formar grandes y densos manchones, crece en áreas de topografía de difícil acceso para el ganado bovino, de manera que su participación en la dieta de este tipo de ganado parece ser limitada.

Manejo: Conservar sus poblaciones evitando el sobrepastoreo; la cobertura de esta especie en los suelos rocosos donde crece, así como en los claros de los bosques es importante en la protección contra erosión de suelo.



052 VEGETACION DE SIERRA RICA, MANUEL BENAVIDES, CHIHUAHUA

VEGETATION OF SIERRA RICA, MANUEL BENAVIDES, CHIHUAHUA

Alicia Juárez¹, Alicia Melgoza², Carmelo Pinedo² y Mario H. Royo³

¹Estudiante de maestría, ²Maestros. Departamento de Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Rerif. Francisco. R. Almada Km 1, Col. Zootecnia. Chihuahua, Chih. 31454. ³INIFAP, Chihuahua. amelgoza@uach.mx

RESUMEN

El conjunto de especies de plantas (flora) que conforman los diferentes tipos de vegetación representan la materia prima para muchos de los sistemas de producción, así como la calidad y cantidad de servicios ambientales. Este trabajo es parte de un proyecto sobre flora y vegetación de la Sierra Rica que es parte del ANP Cañón de Santa Elena. A partir de imágenes de satélite y trabajo de campo se detectaron cinco tipos de vegetación donde se identificaron las especies de plantas dominantes en cada uno. Los tipos de vegetación corresponden a: bosque de encino, bosque de pino, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo y pastizal.

Palabras clave: Tipos de vegetación, flora

ABSTRACT

The species plants, flora, that interact in each vegetation type represent the goods and services that society needs. This work is part of a flora and vegetation study of the natural protected area Cañón de Santa Elena. Based on satellite images and field work, five vegetation types were determinate, where dominant plants were identified at each vegetation type. Vegetation types were: oak forest, pine forest, *Larrea* desert shrub, rosette xerophytic shrub, and grassland.

Key words: Vegetation types, flora

INTRODUCCIÓN

La diversidad vegetal es el conjunto de plantas de un área que representa la materia prima para diversos sistemas de producción (González, 2006). Sin embargo, la vegetación está siendo modificada rápidamente y como resultado algunas especies están desapareciendo (Royo *et al.*, 2014). Sin embargo, la cantidad de estudios florísticos realizados solo representa el 5% de los más de 24 millones de hectáreas que comprende el estado (Vega, 2010). Para poder conocer la importancia de las especies en los ecosistemas es importante saber que especies se encuentran en los distintos tipos de vegetación. Por estos motivos, los ecosistemas han despertado interés en el estudio de sus recursos, creándose reservas ecológicas que permitan evaluarlos de una manera más natural (Guillen, 1996). Así, las ANP son sitios prioritarios para el estudio de la flora y vegetación,

por lo que se está desarrollando un estudio con el objetivo de cuantificar estos recursos en la ANP Cañón de Santa Elena, específicamente en la Sierra Rica (SEMARNAT, 2013). En este trabajo se presentan avances de resultados en relación a la vegetación de esta zona, principalmente.

MATERIALES Y METODOS

El Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena se ubica en el extremo noreste del estado de Chihuahua en el municipio de Manuel Benavides. Las coordenadas son 29° 11' 30.88", 29° 07' 30.80" Norte y 104° 05' 00.03", 104° 09' 20.14" Oeste. Su límite al norte coincide con el Monumento Natural Rio Bravo del Norte y en su parte oeste limita con el Área de Protección de Flora y Fauna Ocampo, en el estado de Coahuila. Sierra Rica se ubica en la parte noroeste del ANP, abarca una superficie total de 4,464 ha. La elevación es de 1600 msnm en la parte baja hasta 2400 msnm en la parte más alta.

Se han realizado visitas a campo para la recolecta de material vegetal siguiendo los métodos estándar de colecta de material botánico. Para este trabajo se cuenta con el permiso de colecta (SGPA/DGGFS/712/0802/14). La identificación del material recolectado se está identificando con apoyo en los herbarios de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la UACH y de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL.

Para el muestreo y clasificación de la vegetación del área se han llevado a cabo 68 muestreos en campo. El muestreo consiste en un transecto de 30 metros colocados siguiendo la pendiente. Cada metro se identifica y anota en un formato las especies presentes (Herrick *et al.*, 2005). Si bien se trató de distribuir los transectos al azar, la topografía del área hace imposible este tipo de muestreo, por lo los puntos de muestreo son con base en la accesibilidad del área.

Para la clasificación supervisada de los tipos de vegetación se utilizó una imagen del satélite Landsat OLI8, con fecha de 11 de agosto del 2013, esto por la claridad de la imagen (libre de nubes) y se elaboro con los programas IDRISI Selva, ArcGis 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSION

A la fecha se han recolectado alrededor de 370 especies de manera física y fotográfica de las cuales se tiene identificados un 60%. Al igual que en otras floras, las familias Poaceae, Asteraceae y Leguminosae son las que presentan el mayor número de especies.

Con base en imágenes de satélite y trabajo de campo se detectaron cinco tipos de vegetación (Figura 1). El bosque de encino ocupa la mayor superficie y el bosque de pino la menor. El muestreo de vegetación detectó alrededor de cuatro especies dominantes por tipo de vegetación (Cuadro 1). La mayor superficie la presenta el bosque de encino y la menor el bosque de pino.

La particularidad de esta sierra es el bosque de pino en la parte más alta que está inmerso un área árida donde dominan los tipos de vegetación de

matorrales y pastizales. La complejidad topográfica y la mezcla de bosque con desierto hacen únicos a estos ecosistemas llamados “sky islands” por lo que presentan una alta biodiversidad.

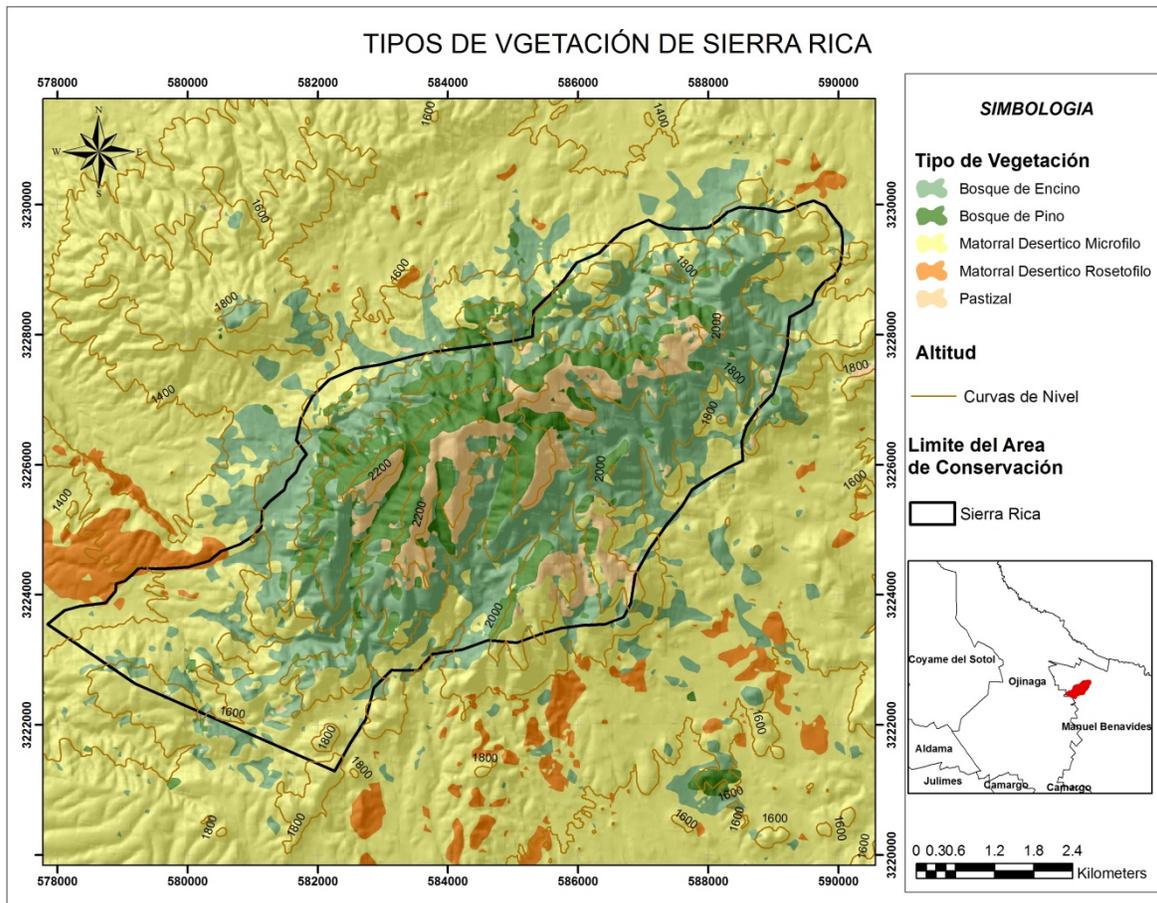


Figura 1. Clasificación de los tipos de vegetación en Sierra Rica

Cuadro 1. Especies dominantes en los tipos de vegetación de Sierra Rica, Manuel Benavides, Chihuahua.

Tipo de vegetación	Especies de plantas dominantes
Bosque de Encino	<i>Quercus</i> spp., <i>Pinus cembroides</i> , <i>Rhus trilobata</i> , <i>Muhlenbergia tenuifolia</i> , <i>Muhlenbergia rigida</i>
Bosque de Pino	<i>Pinus cembroides</i> , <i>Muhlenbergia tenuifolia</i> , <i>Piptochaetium fimbriatum</i> , <i>Juniperus monosperma</i> , <i>Juniperus deppeana</i> .
Matorral Desértico Microfilo	<i>Acacia constricta</i> , <i>Parthenium incanum</i> , <i>Mortonia scabrell</i> , <i>Flourensia cernua</i>
Matorral Desértico Rosetófilo	<i>Agave lechiguilla</i> , <i>Agave</i> spp., <i>Yucca</i> spp., <i>Dasyilirion</i> spp., <i>Heteropogon contortus</i>
Pastizal	<i>Muhlenbergia tenuifolia</i> , <i>Bouteloua curtipendula</i> , <i>Quercus</i> spp., <i>Pinus</i> spp.

CONCLUSIÓN

Si bien ya se detectaron los tipos de vegetación, aún falta el análisis de datos para determinar las diferentes asociaciones vegetales y concluir con el listado florístico. Estos resultados contribuyen al conocimiento de la flora y la determinación de la diversidad en estos ecosistemas únicos.

LITERATURA CITADA

- González, D. 2006. Documentación y Descripción de las Plantas Vasculares del Lago Toronto, la Boquilla, Chihuahua. Tesis Licenciatura. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. Mex.
- Guillen, A. 1996. Análisis Ecológico Mediante Técnicas de Ordenación y Multivariadas de dos Matorrales Desérticos de la cuenca Río Bravo-Arroyo Ventana Chihuahua, México. Disertación Doctoral. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. Mex.
- Herrick JE, JW Van Zee, KM Havstad, LM Burkett y WG Whitford. 2005. Monitoring manual for grassland, shrubland, and savanna exosystems. USDA-ARS Jornada Exp. Range. Vol I y II.
- Royo MH, A Melgoza y G Quintana. 2014. Especies vegetales en peligro, su distribución y estatus de conservación de los ecosistemas donde se presentan. Rev Mex Cien For 5:86-103.
- SEMARNAT. 2013. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena. 2da ed. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- Vega H. 2010. Diversidad Vegetal de la Sierra Azul Chihuahua, México. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. Mex.

053 RECURSOS NATURALES PARA SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES SUSTENTABLES EN LA MIXTECA BAJA DE OAXACA, MÉXICO

NATURAL RESOURCES FOR SUSTAINABLE AGROSILVOPASTORAL SYSTEMS IN THE LOW MIXTECA IN OAXACA, MEXICO

Arias L.¹, Soriano R.¹ Y Rivera L.² y Almaraz B.¹

¹ Laboratorio de Recursos Socioambientales y sustentabilidad. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Departamento de Biología de la Reproducción. México, D.F. 09340. Correo-e Ramón Soriano ramon@xanum.uam.mx

² Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos. Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (España)

RESUMEN

Se recorrieron cinco rutas caprinas en dos temporadas, verano e invierno, para identificar los recursos forrajeros silvopastoriles, consumo y nombres comunes de las plantas. El estudio sugiere que este conocimiento puede ser útil para tomar decisiones en programas de desarrollo rural sustentable para la región Mixteca Baja Oaxaqueña. La evaluación participativa del efecto de los BMN en el consumo y ganancia de peso en cabras en crecimiento fue evidencia de que son una alternativa viable de suplementación. Otro posible impacto positivo del uso de los recursos locales de la mixteca a través de los BMN puede ser en la sustentabilidad ambiental, a través de reducir el impacto del sobrepastoreo, y en la sustentabilidad económica, al obtener animales que no pierden peso en la época de sequía.

Palabras clave: Caprinos, Bloques multinutricionales, Ganancia de peso, Sustentabilidad

ABSTRACT

Five goats grazing routes were traveled in two seasons, summer and winter, to identify silvopastoral forage resources, consumption and common names of plants. The study suggests that this knowledge can be useful for making decisions on sustainable rural development programs for the Oaxacan Mixteca Baja region. Participatory evaluation of the effect of BMN consumption and weight gain in growing goats was evidence that they are a viable alternative supplementation. Another potential positive impact of the use of local resources through the Mixtec BMN may be on environmental sustainability through reducing the impact of overgrazing, and economic sustainability, to obtain animals that do not lose weight at the time drought.

Keywords: Goat, Multinutritional blocks, weight gain, Sustainability

INTRODUCCIÓN

El proyecto denominado “Generación de Opciones Tecnológicas participativas para el mejoramiento sustentable de la producción animal en la Mixteca Baja Oaxaqueña” (GOTP) se lleva a cabo en una metodología de múltiples enfoques. Con el objetivo de mejorar la sostenibilidad de sistemas de producción ganadera de pequeña escala, ignorados por las corrientes dominantes en la investigación y de la revolución verde y la biotecnológica, así como por la lógica de la globalización, los

avances de este proyecto se sustentan en un uso de los recursos locales, la participación de los actores locales y el trabajo de la Universidad. El objetivo de este trabajo fue analizar, a partir de datos obtenidos con anterioridad, el potencial de los recursos forrajeros locales, bajo un uso silvopastoril, para el mejoramiento sustentable y participativo de la ganadería caprina en la región Mixteca de Oaxaca, México,

MATERIAL Y MÉTODOS

La primera etapa del estudio comprendió una encuesta estructurada que se aplicó bajo un muestreo aleatorio estratificado, así como y entrevistas abiertas a productores seleccionados. Las encuestas tuvieron como objetivo caracterizar el sistema de producción caprina de la región. Asimismo, con el objetivo de probar algunas aplicaciones tecnológicas (bloques multinutricionales), se llevó a cabo un experimento de alimentación de caprinos con bloques multinutricionales. El estudio se llevó a cabo in situ, con productores participantes. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados. Para conocer mejor los recursos para la ganadería de la zona, se tomaron muestras de arbustivas forrajeras y pastos a los cuáles se les practicó el análisis químico proximal en laboratorio. Para tomar las muestras de forraje se utilizó como metodología el seguimiento participativo de las rutas de pastoreo de cinco caprinocultores de Cosoltepec durante los meses de agosto (tres rutas) y diciembre (dos rutas) de 2003.

La zona de estudio

El estudio se llevó a cabo el municipio de Cosoltepec Santa Gertrudis, sitio representativo de la región mixteca baja, del estado de Oaxaca, México. Cosoltepec posee una gran biodiversidad en plantas de uso medicinal, forrajero, cactáceo y ornamental. La producción agrícola está caracterizada por ser de temporal (400mm anuales). Los cultivos incluyen a los de la milpa tradicional Mexicana: maíz, frijol, calabazas, jotillas, xoconostles y pitayas. La ganadería es extensiva y comprende: bovinos, ovinos y, mayoritariamente, caprinos. A pesar de la disponibilidad de recursos, no existen tecnologías apropiadas para las condiciones socioeconómicas del lugar. La altitud promedio de Cosoltepec es de 1200 msnm, es de orografía accidentada con lomeríos y elevaciones de hasta 1800 msnm. La temperatura media anual es de 28°C

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características Sociales

El tamaño promedio de la familia es de cinco miembros y la edad promedio de los productores es de 52 años. Los rebaños son cuidados y pastoreados por niños y mujeres con una baja proporción de hombres. Un porcentaje importante de la población habla o entiende mixteco aunque la mayoría solo se comunica en español. Los hogares no cuentan con teléfono propio y la vía de acceso a Cosoltepec es una carretera de terracería¹ de 17 km de longitud.

¹ En México se denomina camino de terracería a aquel que no tiene ningún tipo de pavimentación, es solo el camino abierto y trazado y el rodamiento de los vehículos se a sobre el suelo desnudo.

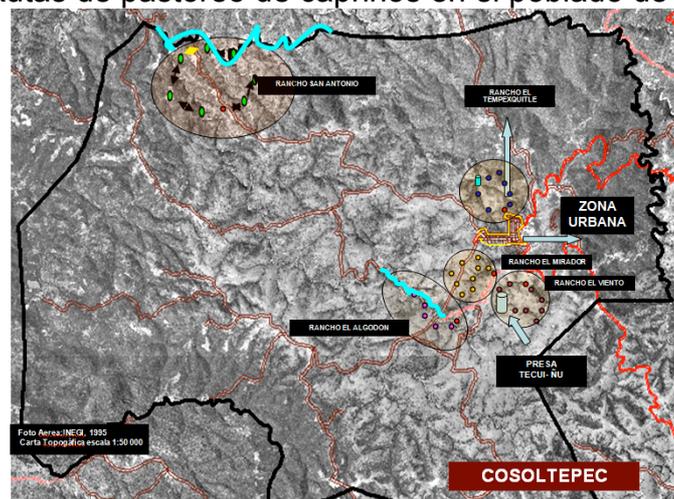
Sistema de producción caprino

La literatura especializada reporta muy pocos estudios sobre la producción caprina en la región Mixteca a pesar de la importancia económica, ambiental y cultural de esta. El número de animales por rebaño tiene un promedio de 52 con un rango de variación de 10 a 120. La época de mayor venta de las cabras ocurre en los meses de octubre-enero. La época reproductiva se lleva a cabo en dos épocas de nacimientos (enero y julio). La alimentación se lleva a cabo en su totalidad en pastoreo. La crianza de las cabras se lleva a cabo en los terrenos comunales con un esquema de uso del territorio pre convenido cuya superficie está definida en del tamaño del rebaño y siempre siguiendo un círculo que parte del lugar de alojamiento de las cabras. En cierto sentido puede decirse que el sistema de producción caprino de la Mixteca es tradicional, con un bajo nivel de tecnificación y susceptible de mejoras, que en todo caso deben basarse en un uso sustentable de los recursos naturales y contar con la participación de los habitantes de la comunidad en el diseño de estrategias (Soriano *et al.*, 2005).

Rutas de pastoreo

A través del seguimiento de las cinco rutas mencionadas, se determinaron niveles de consumo de las plantas divididos “Muy alto”, “alto” y “bajo” de acuerdo a nuestras propias observaciones en el campo de que consumían los caprinos y posterior verificación con el caprinocultor y a las menciones por parte de los productores. Aunque las rutas de pastoreo (Figura 1) ya estaban pre-definidas por el pastor, fueron identificadas y ubicadas en una foto aérea de acuerdo a los nombres de los diferentes parajes proporcionados por los productores. Las cinco rutas de pastoreo que se siguieron en Cosoltepec, tuvieron una duración de 9 horas (10:00 hr. hasta cerca de las 19:00 hr.) Arias *et al.*, 2005.

Figura 1. Rutas de pastoreo de caprinos en el poblado de Cosoltepec.



Las muestras recolectadas fueron transportadas al laboratorio para su análisis químico proximal (AOAC, 1990) y en algunos casos para su identificación botánica.

Como puede apreciarse, en la tabla 1, la variedad y forma de consumo de las diferentes especies es considerable y por sí mismo constituye un gran potencial agroforestal para el caso particular del municipio de Cosoltepec. El consumo de los caprinos incluyó en su mayoría árboles y matorrales. Sin embargo, los más

preferidos fueron arbustos de los géneros *Acacia*, *Pithecollobium* y *Prosopis*. Estos también fueron de los que tuvieron más altos contenidos de proteína y la forma de consumo incluyó el follaje y las vainas caídas de los árboles. De manera más amplia podríamos señalar que el universo de especies consumidas por los caprinos se extiende a nueve especies que tuvieron una aceptación de muy alta a alta. Estas especies pudieran ser utilizadas para reforestar las zonas con poca cubierta vegetal que se encuentran en la zona de estudio.

Tabla 1. Plantas consumidas por 5 rebaños de caprinos de acuerdo a la época del año y orden de preferencia

Nombre científico	Nombre común	Verano ¹	Invierno ²	Consumo
<i>Pithecollobium acatlense</i>	Barba de Chivo	X	X	Muy alto
<i>Acacia cymbispina</i>	Cubata	X		Muy alto
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	X	X	Muy alto
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	X	X	Muy alto
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Tlahuitol	X	X	Alto
<i>Mimosa sp.</i>	Uña de gato	X	X	Alto
<i>Mimosa pudica</i>	Vergonzosa	X		Alto
<i>Quercus sp.</i>	Encino	X	X	Alto
<i>Cassia pringlei</i>	Rompebotas	X	X	Alto
<i>Liquidambar styraciflua.</i>	Estoraque	X	X	Bajo
<i>Bunchosia sp</i>	Nanche	X	X	Bajo
<i>Arctostaphylos sp.</i>	Manzanita	X	X	Bajo
<i>Mimosa fasciculata</i>	Palo de Herrero	X	X	Bajo
<i>Wigandia caracasana</i>	San Pablito	X	X	Bajo
<i>Prophyllum sp.</i>	Pápalo de venado	X		Bajo
<i>Hymenqea coubaril</i>	Silvato	X	X	Bajo
<i>Acacia couteri</i>	Palo Blanco	X		Bajo
<i>Acacia milibekii</i>	Tehuistle	X	X	Bajo
<i>Brickellia veronicaefolis</i>	Orégano de Campo	X	X	Bajo

Fuente: Arias *et al*, 2004

Bloques multinutricionales

Los BMN contienen rastrojo de maíz, melaza, urea, cemento, cal, sal común y en algunos casos sales minerales. Dentro del proyecto se han desarrollado BMN con esta composición pero también utilizando frutos de cactáceas locales que sustituyen parcialmente la melaza. Tal es el caso de la pitaya de mayo (*Stenoceresu griseus*) En un experimento llevado a cabo por Arias *et al*, (2005) se probaron tres tratamientos y un testigo. El testigo consistió en pastorear caprinos sin suplemento, los tratamientos 2 a 4 fueron caprinos pastoreados y alimentados con bloques multinutricionales. Cada tratamiento solo tuvo cantidades decrecientes de melaza sustituidas por pitaya.

Los resultados obtenidos hasta ahora han sido favorables en cuanto a la aplicación de los bloques ya que se han obtenido ganancias significativas de peso en cabras alimentadas con bloques. Los resultados nos indican que el mayor consumo de BMN (0,350 kg diarios) se produjo con la composición del tratamiento T3, con una ganancia de peso de 0.267 ± 0.024 kg diarios. Respecto a los costos del total de bloques consumidos, el costo más elevado fue de \$ 3.84 USD para el todo el tratamiento (T3). La condición corporal se reflejó mejor en todos los tratamientos en comparación con el testigo (Arias *et al*, 2005). Estos resultados se comparan a los

de otros investigadores (Suarez y García, 2001; Assalou et al 2012) donde las ganancias de peso obtenidas son significativas estadísticamente para cabras en pastoreo que han sido suplementadas con BMN contra las que no han sido suplementadas.

CONCLUSIÓN

Los resultados muestran que en términos de sustentabilidad el uso de recursos locales (plantas y arbustos forrajeros así como frutos de cactáceas) a través de bloques multinutricionales pueden ayudar a incrementar la sustentabilidad del sistema de producción. Por una parte debido a que se puede reducir el sobrepastoreo, esto permitiría recuperar el agostadero. Desde el punto de vista nutricional, la condición de los animales podría mejorar ya que al estar mejor alimentados en la sequía, su entrada a la etapa reproductiva de verano sería en mejor condición corporal. En lo social podría lograrse que los pastores emplearan menos horas y menos recorrido para alimentar satisfactoriamente a sus cabras. Por otra parte, se comprobó que existen una cantidad importante de recursos naturales (árboles forrajeros) para establecer sistemas silvopastoriles en un esquema de ganadería sostenible.

LITERATURA CITADA

- Arias L., Soriano R., González C., Villaseñor I.Y San Vicente J. (2004) Rutas de pastoreo de caprinos y orden de preferencia en el consumo de arbustos forrajeros en un matorral xerófilo en Oaxaca, México. VI Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería” 8 al 12 de noviembre de 2004. Estación Experimental de pastos y forrajes “Indio Hatuey” Holguín, Cuba
- Arias L., Soriano R., Losada H., Rivera J. And Cortes J. (2005) Multi-nutrient blocks with fresh fruit of Pitaya (*Stenocereus griseus*) replacing sugar cane molasses. *Livestock Research for Rural Development*. (17) Art. #37. Retrieved April 7, 2005, from <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/4/aria17037.htm>
- Sánchez C. Y M. García. 2001. Comparación de características productivas en caprinos con suplementación de bloques multinutricionales. *Zootecnia Tropical*, Vol. 19, No. 3, 2001, pp. 393-405
- Soriano R., Arias L., Losada H. Y Sánchez D. (2005) El sistema de producción caprino en un municipio de la mixteca baja oaxaqueña. XX Reunión Nacional sobre caprinocultura. 5-7 de octubre de 2005. Culiacán, Sinaloa.
- V.O. Asaolu, J.A. Akinlade, O.A. Aderinola, A.T. Okewoye and J.A. Alalade. . 2012. Performance of Grazing West African Dwarf Goats on Moringa Multinutrient Block Supplementation. *Asian Journal of Animal Sciences*. 6(6):263-277

054 ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LA ALIMENTACION ANIMAL EN EL AREA CENTRAL DE TAMAULIPAS

FORAGE ALTERNATIVES FOR ANIMAL FEED IN TAMAULIPAS CENTRAL AREA

Manuel de la Garza Caballero*¹ y Rubén Darío Garza Cedillo¹

¹Campo Experimental Río Bravo-INIFAP

Km 61 carretera Matamoros-Reynosa, Río Bravo, Tam.

delagarza.manuel@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la capacidad de producción de forraje de las leguminosas *Clitoria ternatea* cv Tehuana y *Desmanthus bicornutus* cv BeeWild. El trabajo se realizó bajo riego en el Sitio Experimental Las Adjuntas, en Abasolo, Tamaulipas. La siembra se realizó en febrero de 2013 en surcos de 50 m de longitud y 0.8 m de ancho. La densidad de siembra fue de 2 kg ha⁻¹ en *D. bicornutus* cv BeeWild y 7 kg ha⁻¹ en *C. ternatea* cv Tehuana. Las variables medidas fueron, producción de forraje y altura de planta. Los datos se analizaron mediante la prueba de t. Los resultados indicaron que en ambas leguminosas, la producción de forraje no mostró impacto significativo sobre el rendimiento, presentando un promedio de 9.17 t ha⁻¹ de materia seca (MS) para la leguminosa *C. ternatea* cv Tehuana y 12.50 t ha⁻¹ de MS para *D. bicornutus* cv BeeWild. Por otro lado, en la leguminosa *D. bicornutus* cv BeeWild se incrementó significativamente la altura de planta, 193.3 cm, con relación a 72.8 cm en la leguminosa *C. ternatea* cv Tehuana. Bajo las condiciones del presente estudio, se concluye que las leguminosas forrajeras *C. ternatea* cv Tehuana y *D. bicornutus* cv BeeWild, no influyeron en el rendimiento de forraje, por lo que ambas leguminosas pueden ser consideradas como una alternativa para diversificar los sistemas de alimentación y mejorar el valor nutritivo de la dieta de los animales, en la zona central de Tamaulipas.

Palabras clave: *Desmanthus bicornutus*, *Clitoria ternatea*, leguminosas, forraje.

ABSTRACT

The objective of the study was to assess the capacity of *Clitoria* and *Desmanthus* forage legumes. The work was conducted under irrigated in the Experimental Site Las Adjuntas, town of Abasolo, Tamaulipas. Forage legumes *C. ternatea* cv Tehuana and *D. bicornutus* cv BeeWild were used. Planting was performed in February 2013 in drills 50 m long and 0.8 m wide. The seeding density was 2 kg ha⁻¹ in *D. bicornutus* cv BeeWild and 7 kg ha⁻¹ in *C. ternatea* cv Tehuana. Response variables measured were, dry matter yield and plant height. The data were analyzed using was t test. The results showed that in both legumes, forage production showed no significant impact on yied, presenting an average of 9.17 t ha⁻¹ for MS for the legume *C. ternatea* cv Tehuana and 12.50 t ha⁻¹ for MS *D. bicornutus* cv BeeWild. Furthermore, in the legume *D. bicornutus* cv BeeWild plant height was significantly increased, 193.3 cm, 72.8 cm in relation to the legume *C.*

ternatea cv Tehuana. Under the conditions of this study, it is concluded that legume *C. ternatea* cv Tehuana and *D. bicornutus* cv BeeWild did not influence forage yield, so it can be considered that both legumes can be an alternative to diversify supply systems and improve the nutritional value of the diet of animals, in central Tamaulipas.

Keywords: *Desmanthus bicornutus*, *Clitoria ternatea*, legumes, forage

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de alimentación animal en el noreste de México están primordialmente basados en la utilización de especies forrajeras, principalmente gramas nativas. El forraje disponible, por lo general, no es suficiente para satisfacer los requerimientos del animal en la época de estiaje, lo cual causa periodos de estrés nutricional, y consecuentemente, reducción en la productividad del animal (Zamora *et al*; 2002).

Por lo anterior, en la actualidad, existe una marcada tendencia hacia la búsqueda de alternativas basadas en la utilización de leguminosas nativas regionales (Cabrera *et al*; 2010), ya que aunado a su excepcional valor nutritivo en términos proteicos y de contenido mineral, pueden fijar nitrógeno al suelo, y cederlo a otras plantas para su crecimiento y desarrollo, mejorando la calidad de las praderas. Las leguminosas arbustivas que se arraigan con facilidad y no requieren grandes insumos agronómicos, constituyen valiosas fuentes de forraje suplementario, que los ganaderos podrían utilizar para mejorar la nutrición y productividad del ganado (Garza *et al*; 2004).

Dentro de los recursos forrajeros existentes en el noreste de México, se encuentra el *Desmanthus virgatus*, leguminosa que crece en forma silvestre en pastizales del centro de Tamaulipas y que posee un alto contenido de proteína, tanto en su follaje como en sus semillas, lo que la distingue como una excelente especie forrajera para el ganado y la fauna silvestre (Villarreal, 1989; Luckow, 1993; Grichar *et al.*, 1998). Por otro lado, *C. ternatea* cv Tehuana ha sobresalido por su adaptación, producción de forraje y enorme potencial para mejorar la productividad animal a menor costo (Cordoba y Ramírez, 1993; Villanueva *et al*; 2004).

Por lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar la capacidad productiva de las leguminosas forrajeras *C. ternatea* cv Tehuana y *D. bicornutus* cv BeeWild en la zona central de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área donde se realizó el presente estudio se localiza en la zona central del estado de Tamaulipas. El trabajo fue establecido en las instalaciones del Sitio Experimental Las Adjuntas dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Dicho Sitio Experimental se encuentra ubicado en el km 18 de la carretera Jiménez-Abasolo y localizado en las coordenadas geográficas 24°05'22.5" LN y 98°23'57.0" LO, en el municipio de Abasolo, Tamaulipas. El terreno se preparó con rotura y rastra para obtener una buena cama de siembra. La siembra se realizó en febrero de 2013. La densidad de siembra fue de 2 kg ha⁻¹ en *D. bicornutus* cv BeeWild y

7 kg ha⁻¹ en *C. ternatea* cv Tehuana. Cada leguminosa se sembró en franjas de 12 surcos de 50 m de longitud y 0.8 m de ancho. Las parcelas se manejaron bajo condiciones de riego, con cuatro riegos de auxilio, con láminas de 10 cm. Las variables de respuesta fueron, producción de forraje y altura de planta. Para la estimación del forraje producido (periodo de crecimiento de 19 semanas), se tomaron seis muestras de un metro lineal (0.8 m²) de cada leguminosa, cortando el forraje a una altura de 15 cm, posteriormente el forraje cosechado fue secado en una estufa eléctrica a 55° C por 5 días. La altura de planta fue medida desde la base del suelo hasta la estructura más alta. Los datos obtenidos fueron analizados mediante la prueba de t para la comparación de medias de muestras independientes (SAS, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indicaron una media de 9.17 t ha⁻¹ de MS para la leguminosa *C. ternatea* cv Tehuana y 12.50 t ha⁻¹ de MS para *D. bicornutus* cv BeeWild (Figura 1), sin diferencia significativa y con un error estándar de la media de 1.02 y 2.23 para *C. ternatea* cv Tehuana y *D. bicornutus* cv BeeWild, respectivamente. Los resultados obtenidos en el presente estudio para *C. ternatea* cv Tehuana (9.17 t ha⁻¹ de MS), resultaron superiores a lo reportado por Araújo *et al.* (1994), quienes al trabajar con *C. ternatea* cv Tehuana obtuvieron rendimientos de 4.86 t ha⁻¹ de MS.

Asimismo, los rendimientos obtenidos en el presente estudio para *Desmanthus* fueron superiores a los reportados por Zamora *et al.* (1996) en Marín, Nuevo León para *D. virgatus* cv. depressus (4.3 t ha⁻¹ de MS) y por Puente *et al.* (1994) en Marín, Nuevo León (4.24 t ha⁻¹ de MS) para *D. virgatus* cv depressus, así como a los reportado por Gómez y Zárate (1998) en Padilla, Tamaulipas (2.14 t ha⁻¹ de MS) para *D. virgatus* cv depressus. 1854.

Para la altura de planta, los resultados obtenidos (Figura 2) presentaron una media de 193.3 cm para la leguminosa *D. bicornutus* cv BeeWild y 72.8 cm para *C. ternatea* cv Tehuana, con diferencias significativas y con un error estándar de la media de 13.20 y 9.51 para *D. bicornutus* cv BeeWild y *C. ternatea* cv Tehuana, respectivamente. Asimismo, los valores obtenidos en el presente estudio para la altura de planta en *D. bicornutus* cv BeeWild se encuentran dentro del rango de variación reportado por Grichar *et al.* (1998), quienes al evaluar la adaptación de ocho accesiones de *D. virgatus* en el Sur de Texas, USA reportan un rango de 76.2 a 203.2 cm de altura de planta. Esta variable permite definir el sistema de manejo para el aprovechamiento y utilización del forraje, según la especie animal.

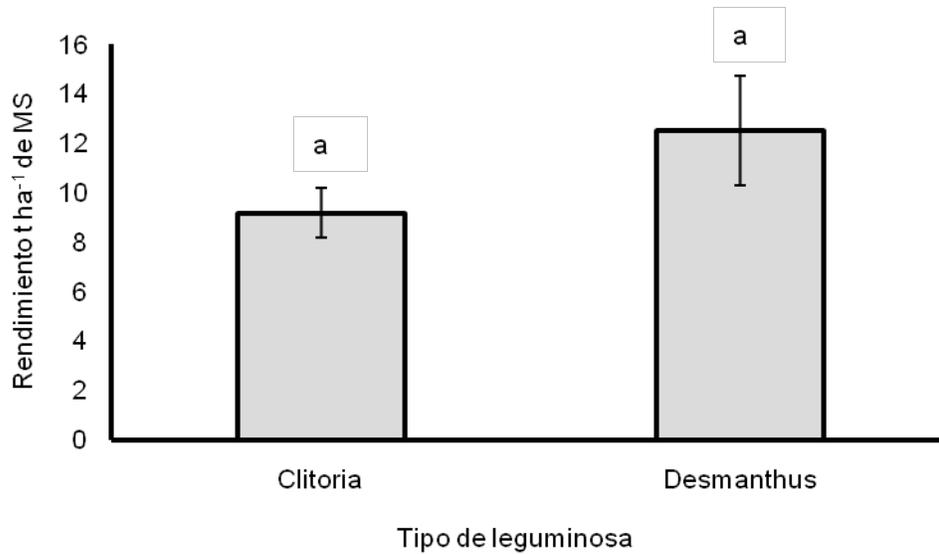


Figura 1. Producción de materia seca en *Clitoria ternatea* cv Tehuana y *Desmanthus bicornutus* cv BeeWild en la zona central de Tamaulipas.

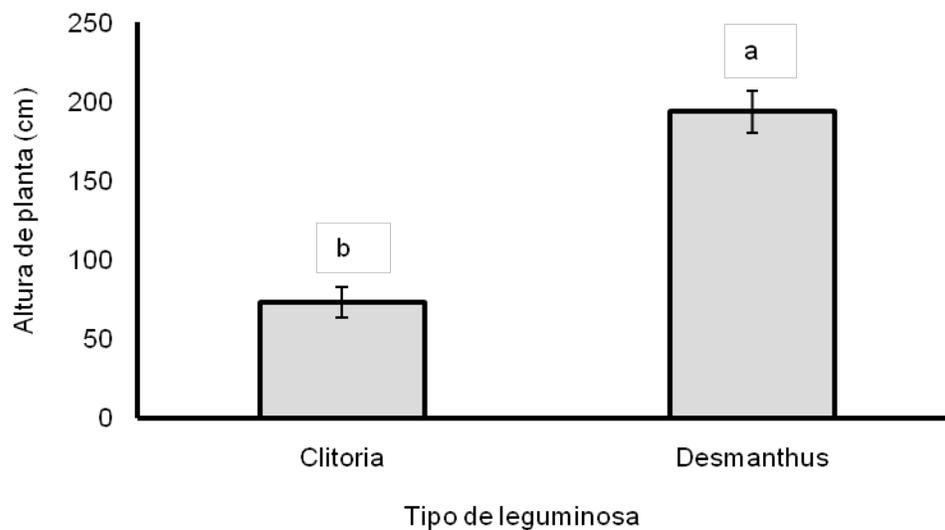


Figura 2. Altura de planta en *Clitoria ternatea* cv Tehuana y *Desmanthus bicornutus* cv BeeWild en la zona central de Tamaulipas.

CONCLUSIONES

Las leguminosas forrajeras *Clitoria ternatea* cv Tehuana y *Desmanthus bicornutus* cv BeeWild, no presentaron diferencias significativas en el rendimiento de forraje, por lo que pueden ser consideradas como una alternativa para diversificar los sistemas de alimentación del ganado en la zona central de Tamaulipas.

LITERATURA CITADA

- Araújo FJA, Gadelha JA, Limas DNS y Pereira RMDa. Efeito de altura e intervalo de corte na producao de forragem da Cunha (*Clitoria ternatea*). Pesquisa Agropecuária Brasileira. 1994;29(6): 979-982.
- Cabrera TEJ, Sosa REE y Pérez RJD. *Clitoria ternatea*, Suplemento Alimenticio para Vacas de Doble Propósito. Folleto Técnico No. 6. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Chetumal. Centro Regional del Sureste. 2010;32
- Cordoba BA y Ramírez ZR. Conchita azul (*Clitoria ternatea*) Tehuana, leguminosa forrajera para el istmo de Tehuantepec. Folleto Técnico No 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 1993.
- Garza RD, Zárate P, Saldivar A, Briones F, Ocumpaugh WR and Hussey MA. Yield Distribution in Bundleflower (*Desmanthus pubescens* cv. Hussey) Canopy as Affected by Harvest Frequency. Proceedings American Forage and Grassland Council. 2004;13:326 a 329.
- Gómez de la FE y Zárate FP. Evaluación de seis leguminosas forrajeras en Padilla Tamaulipas. Memoria de XIII Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. Aguascalientes, Ags. 1998:55.
- Grichar WJ, Ocumpaugh WR, Abrameit A, Hussey MA, Owens MK, Rahmes RN, Reed RL, Reilley JL, Sanderson MA and Sestak DA. Adaptation of *Desmanthus virgatus* to south Texas. Proceedings American Forage and Grassland Council. 1998;7:46-49.
- Luckow M. Systematic Botany Monographs. Monographs of *Desmanthus*. American Society of Plant Taxonomists. 1993;38:166.
- Puente TS, Olivares E. y Puente MT. Asociación de huizachillo (*Desmanthus virgatus*) con bermuda cruz 2 bajo condiciones de riego. Memorias X Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. Monterrey, N. L. 1994:91.
- SAS. STAT/SAS User's Guide, release 9.1 ed. SAS Institute, Cary, NC; 2004.
- Villanueva AJF, Bonilla CJA, Rubio CJV y Bustamante GJJ. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. Técnica Pecuaria en México. 2004;42(1):79-96.
- Villarreal GJH. Estudio agroecológico y estimación de productividad del huizachillo (*Desmanthus virgatus* Willd.) en condiciones naturales. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, N. L., México. 1989.
- Zamora NF, Martínez RM y Guzmán C. Efecto de densidad de población sobre la producción y calidad de forraje del huizachillo (*Desmanthus virgatus*). Memorias XII Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. Zacatecas, Zac. 1996:21.
- Zamora NF, Martinez RM, Ruiz LM y Garcia LP. Rendimiento y composición química del forraje de Huizachillo (*Desmanthus virgatus* L. var. *Depressus* Wild) bajo condiciones de cultivo. Revista Fitotecnia Mexicana 2002;25(3):317-320.

055 ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN CUATRO VARIEDADES DE SORGO FORRAJERO, EN CLIMA TEMPLADO

PLANT GROWTH ANALYSIS FOR FOUR FORAGE SORGHUM VARIETIES, UNDER TEMPERATE CONDITIONS

Alejandra Pérez Hernández¹, Adrián Raymundo Quero Carrillo¹, José Alberto Escalante Estrada¹, Leopoldo Mendoza Onofre¹, Ma. Teresa Rodríguez González¹, Leopoldo E. Mendoza Onofre¹, Santiago Garduño Velázquez²

Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo-Ganadería. Km 36.5 Carr. México- Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. de México 56230. (1), Universidad Autónoma Chapingo (2) bawer29@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue realizar un análisis de crecimiento de cuatro variedades de sorgo forrajero: Esmeralda, Fortuna, Silo Miel y Caña Dulce, en Texcoco, Estado de México, con dos tratamientos: 1) punta de riego y 2) temporal. Para la evaluación se registró: materia seca total, hoja, tallo, inflorescencia, materia muerta y área foliar; además, se calculó Índice de Área Foliar (IAF) y Razón de Área Foliar (RAF). La mayor producción de materia seca ocurrió en Silo Miel 588 g m⁻² (P<0.05; punta de riego) y, la menor fue para Fortuna 271 g m⁻²; sin embargo, en temporal, respondió mejor la variedad Caña Dulce, 1219 g m⁻² y, el menor rendimiento fue para Fortuna con 230 g m⁻², el IAF fue superior para Caña Dulce en temporal y punta de riego, esto debido a que dicha variedad presentó mayor número de tallos por macollo. Las mejores variedades fueron Caña Dulce y Silo Miel, con el mayor rendimiento de materia seca. Para RAF, Caña Dulce mostró dosel de mayor eficiencia, tanto en punta de riego como en temporal y el dosel de menor eficiencia ocurrió en Esmeralda (P<0.05).

Palabras clave: Sorgo, forraje, crecimiento.

ABSTRACT

In order to evaluate sorghum varieties response to two sowing procedures (watering for sowing and under rainy season conditions) four sorghum varieties were evaluated: Esmeralda, Fortuna, Silo Miel, and Caña Dulce. The study was carried out at the Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México. The response variables included: dry matter production, foliar tissue, stem tissue, dead material, leaf area, leaf area index (IAF), and foliar area rate (RAF). For sowing using watering, a higher production was observed for Silo Miel 588 g m⁻² (P<0.05) and the lowest was for Fortuna 271 g m⁻². Under rain-fed conditions, Caña Dulce, 1219 g m⁻², was the highest and Fortuna, 230 g m⁻², showed the lowest productivity. Both for watering and rainy season conditions, Caña Dulce showed the highest IAF (P<0.05), mainly due to its highest tillering capacity. The higher producer varieties included Caña Dulce and Silo Miel with the highest DM production. Caña Dulce show the highest canopy efficiency, the best RAF, for both sowing conditions and Esmeralda the lowest. Differences were found for plant development. Early sowing may represent an advantage for higher forage production.

Key words: Sorghum, Forage, growth.

INTRODUCCIÓN

La fenología se refiere al estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas (Volpe, 1992). El ciclo biológico cambia con el genotipo y factores del clima, esto quiere decir que las plantas del mismo genotipo, sembradas bajo diferentes condiciones climáticas pueden presentar diferentes estados de desarrollo después de transcurrido el mismo tiempo cronológico, donde las principales variables que controla la fenología de un cultivo son fecha de siembra, fotoperiodo, temperatura, suministro de humedad, componente genético y el manejo del cultivo. Por su velocidad de crecimiento, fácil manejo, tolerancia a sequía y rendimiento en materia seca, el sorgo es utilizado como forraje es de gran utilidad en sistemas de ganadería intensiva, debido en gran parte, a la obtención de nuevas variedades e híbridos que han logrado adaptarse a diferentes condiciones agroecológicas del país y pueden ser utilizados como forraje fresco, heno o ensilaje, ya que este cultivo se desarrolla bien desde nivel del mar hasta los 2200 msnm y se adapta a un amplio rango de condiciones de pH del suelo. En México, durante 2011 se sembraron 208 mil ha de sorgo forrajero con una producción aproximada de 4 millones de t MS año⁻¹, solamente por debajo de avena forrajera con 942 mil ha, maíz forrajero 489 mil ha, y alfalfa con 387 mil ha, de ahí la importancia de realizar investigación en esta especie en relación a cultivares para producción de forraje (SIAP, 2012). Sin embargo hay escasos estudios en México relacionados con análisis de crecimiento en sorgo forrajero, la mayoría de los trabajos fueron enfocados a sorgo para grano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El primer estudio se realizó durante el ciclo Primavera-Verano (punta de riego) y el segundo en Verano-Otoño (temporal) de 2013 en el Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Edo. de México: 19° 29' N, 98° 51' O, 2250 msnm, clima BS1, el menos seco de los áridos con lluvias en verano, temperatura media anual de 14.6 °C, 559mm de precipitación (García, 2005), en suelo franco arcilloso, alcalino con pH de 9.0. Las siembras se realizaron el 12 de abril y 17 de junio, con una lámina de riego de 22cm para la punta de riego. Las unidades experimentales estuvieron constituidas por cinco surcos de 5m de largo y 65cm entre surcos, en arreglo bajo diseño experimental de Bloques al Azar, con cuatro repeticiones. Veinte días después de la emergencia, se aclaró a 170,000 plantas por ha de densidad. La fertilización se llevó a cabo con urea (45-00-00) y nitro fosca (12-12-17) a razón de 80 kg de nitrógeno por hectárea, para ambas fechas de siembra. En el análisis de crecimiento se registraron las etapas fenológicas: vegetativas (V-1, V-2, V-3, V-4, V-5) y reproductivas; (R-6, R-7, R-8, R-9; Solórzano, 2007). Se realizaron muestreos destructivos a 24, 59 y 110 días después de la siembra (dds), para punta de riego y a 30, 97 y 134 dds, para la siembra en temporal. En cada muestreo se tomó un macollo, el cual se separó en tallo, inflorescencia y hoja, esta última se llevó al integrador de área foliar; posteriormente, se llevó a una estufa de aire forzado a 80⁰ C durante 72 horas para determinar peso seco por componente (MS, g m⁻²). Se calculó: Índice de Área Foliar (IAF), la formula a utilizar es $IAF = [(AF/NP) * (DP)] / 100$ dm², donde AF= área foliar (dm²), NP= número de plantas muestreadas y DP= número de plantas m². Con los pesos secos de la muestra, se calculó la Razón de Área Foliar (RAF). $RAF = [(AF_1/PS_1) + (AF_2/PS_2)] / 2$; donde AF₁ y AF₂, representan el

área foliar de la planta, PS₁ y PS₂, al peso de MS de la planta, respectivamente (Escalante y Kohashi, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapas fenológicas. El amacollamiento en Caña Dulce y Silo Miel se observó a partir del mes de la emergencia, las otras dos variedades presentaron muy poco amacollamiento en ambas siembras. A partir de la quinta hoja ligulada, el tallo comenzó a elongarse (Cuadro 1; Cuadro 2). Las etapas fenológicas del sorgo se dividieron en dos: vegetativas y reproductivas. Con respecto a otros sorgos forrajeros se ha reportado que la emergencia sucede al quinto día y la etapa R-6 de 46 a 58 días.

Índices de análisis de crecimiento

Rendimiento de materia seca. Para el último corte (Cuadro 3; Cuadro 4), en punta de riego, el mejor rendimiento se obtuvo en Silo Miel, con 587 g m⁻² y, en temporal, respondió mejor Caña Dulce, con 12.1 t ha⁻¹, esto se debió principalmente a que Caña Dulce produjo mayor número de tallos por macollo; sin embargo, su tallo y hoja son de baja densidad, en comparación a Silo Miel (Fig. 1). En sorgo forrajero se han obtenido rendimientos de 17.1, 16.1 y 13.8 t ha⁻¹ para Sweet Virginia, Big Kahuna y Sucro-Sorgo, respectivamente (Bolaños *et al.*, 2012). Utilizando riego, se han obtenido rendimiento de 20 a 32 t ha⁻¹ de MS, con dos cortes, estos datos son superiores a los obtenidos en el presente experimento; sin embargo, los resultados obtenidos solo utilizaron riego para emergencia de planta.

Cuadro 1. Etapa vegetativa y reproductiva en días, para cuatro variedades de sorgo forrajero. Ciclo Primavera-Verano (punta de riego).

Variedad	Etapa vegetativa					Etapa reproductiva			
	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5	R-6	R-7	R-8	R-9
Esmeralda	7	21	35	69	76	80	89	99	154
Fortuna	8	24	44	110	120	127	138	171	-
Silo miel	7	21	35	81	89	96	104	120	161
Caña dulce	7	21	35	72	80	89	96	111	162

Cuadro 2. Etapa vegetativa y reproductiva en días, para cuatro variedades de sorgo forrajero. Ciclo Verano-Otoño (temporal).

Variedad	Etapa vegetativa					Etapa reproductiva			
	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5	R-6	R-7	R-8	R-9
Esmeralda	9	24	39	73	76	82	91	102	146
Fortuna	8	23	52	102	125	131	139	146	175
Silo miel	8	23	39	72	81	89	95	102	152
Caña dulce	9	24	39	72	80	89	96	102	152

DDS, días después de la siembra

Cuadro 3. Rendimiento de materia seca en punta de riego (P-V; g m⁻²)

Variedades/ rendimiento	MS total	Hoja	Tallo	Inflorescencia	Mm
Silo miel	587 ^A	156 ^A	313 ^A	118 ^A	1 ^A
Caña dulce	310 ^{BC}	72 ^C	157 ^B	91 ^{AB}	2 ^A
Esmeralda	447 ^{AB}	94 ^{BC}	264 ^{AB}	119 ^A	1 ^A
Fortuna	261 ^C	123 ^{AB}	138 ^B	0 ^B	0.3 ^A
Media	402	111	218	82	1
EE	50	11	34	22	0.8

Cuadro 4. Rendimiento de materia seca en temporal (verano-otoño) en g m⁻²

Variedades/ rendimiento	MS total	Hoja	Tallo	Inflorescencia	Mm
Caña dulce	1219 ^A	259 ^A	653 ^A	307 ^A	84 ^A
Silo miel	579 ^B	157 ^A	274 ^{AB}	147 ^B	40 ^A
Esmeralda	462 ^B	112 ^A	220 ^B	129 ^B	71 ^A
Fortuna	231 ^B	113 ^A	76 ^B	41 ^B	24 ^A
Media	622	160	306	156	55
EE	146	40	91	38	22

Figura 1. Dinámica de rendimiento (gm⁻²) de cuatro variedades de sorgo, bajo condiciones de a) punta de riego y b) temporal.

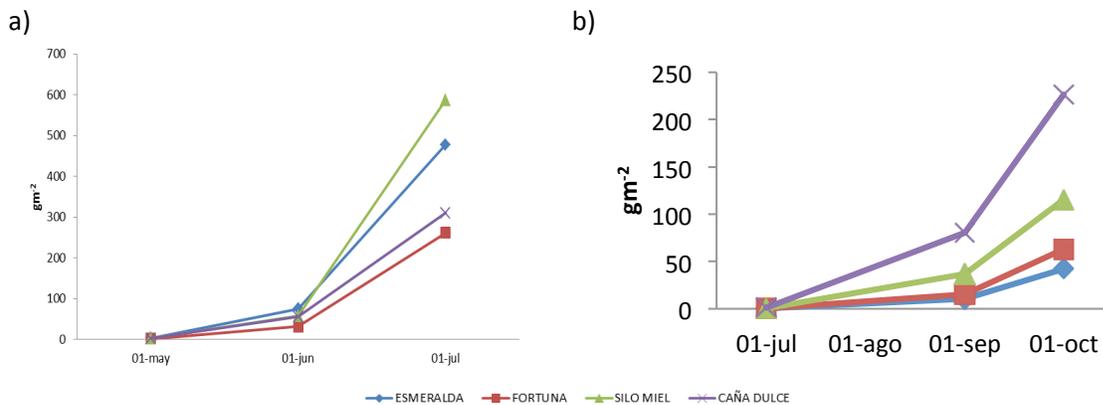
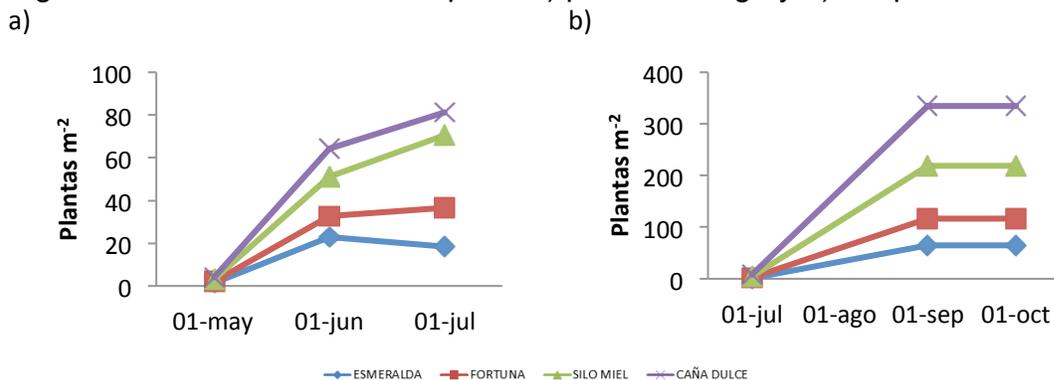
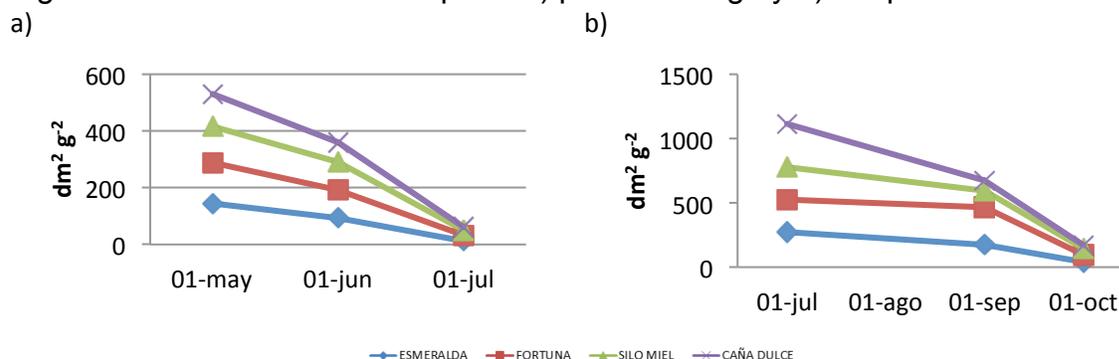


Figura 2. Índices de área foliar para a) punta de riego y b) temporal



El índice de área foliar fue mayor para Caña Dulce desde el primero hasta el último corte, tanto para temporal como para punta de riego y, el menor índice de área foliar, se observó para Esmeralda (Fig. 2). La razón de área foliar expresa la relación entre cantidad de material asimilatorio por unidad de MS producida por planta, siendo de mejor comportamiento Caña Dulce (Fig. 3), ya que es mas eficiente en el dosel vegetal.

Figura 3. Razón de área foliar para a) punta de riego y b) temporal



CONCLUSIONES

Caña Dulce presentó un mejor producción en temporal en todos los parámetros evaluados: materia seca total, razón de área foliar e índice de área foliar; sin embargo en punta de riego, la mejor variedad por rendimiento de materia seca fue Silo Miel. Las siembras tempranas pueden incrementar el rendimiento de soca y resoca, dado que éstos ocurren aún durante la influencia de la humedad de la época de lluvias.

LITERATURA CITADA

- Bolaños A. E. D., Claude E. J. y Guillaume A. 2012. Rendimiento y calidad de híbridos de sorgo con y sin nevadura café. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.3 Núm.2. p. 441-449
- Doggett, h. 1970. Sorghum, Tropical Agriculture Series Scientific and Technical, USA. Longmans. 420 p.
- De Wet, J.M.J. 1978. Systematics and evaluations of *Sorghum* sect. *Sorghum* (Gramineae). American Journal of Botany 65: 477-484.
- Escalante-Estrada, J.A., Kohashi- Shibata, J.1993. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. México.
- García, E. L. 2005. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Cuarta Edición. UNAM, D. F. 217 p.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2012. <http://www.siap.gob.mx/> Accesada el 1 de marzo de 2013.
- Volpe, C. A. 1992. Citrus Phenology. In: Proceedings of the Second International Seminar on Citrus Physiology. p. 103-122.

Solórzano, E. V. 2007. Guías fenológicas para cultivos básicos. Ed. Trillas. México, D. F. 152 p.

056 RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE SORGO FORRAJERO COSECHADOS A 90% DE INTERCEPTACIÓN LUMINOSA

FORAGE PRODUCTION OF FOUR SORGHUM VARIETIES USING 90% OF LIGHT INTERCEPTION AS HARVESTING CRITERIA

Alejandra Pérez Hernández¹, Adrián Raymundo Quero Carrillo¹, José Alberto Escalante Estrada¹, Leopoldo Mendoza Onofre¹, Ma. Teresa Rodríguez González¹, Santiago Garduño Velázquez²

Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo-Ganadería. Km 36.5 Carr. México-
Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. de México 56230. (1), Universidad Autónoma
Chapingo (2) bawer29@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el rendimiento de cuatro variedades de sorgo forrajero: Esmeralda, Silo Miel, Fortuna y Caña Dulce, los cuales, se cosecharon cuando la primera variedad alcanzó interceptación luminosa de 90%, 1) bajo condiciones de punta de riego, para la mejor emergencia y 2) completamente en temporal. El estudio se realizó en Montecillo, Estado de México con clima BS₁. Se utilizó un diseño de Bloques al Azar. Se evaluó, para un solo corte, el rendimiento de hoja, tallo, inflorescencia, materia muerta y materia seca total. La variedades que tuvieron mayor rendimiento ($P < 0.05$) fueron Caña Dulce y Silo Miel: 957 y 1126 gm^{-2} , con punta de riego; 488 y 369 gm^{-2} en temporal, respectivamente; mientras que Fortuna, fue la que menor producción tuvo con 450.1 y 96 g m^{-2} , con punta de riego y temporal, respectivamente. El rendimiento de hoja fue mayor ($P < 0.05$) en Caña Dulce en temporal con 144 gm^{-2} ; mientras que con punta de riego, fue similar entre las cuatro variedades evaluadas ($P > 0.05$). Aprovechar las temperaturas elevadas antes del establecimiento del temporal, mediante el uso de riego a la siembra (punta de riego), incrementa el rendimiento de forraje. Similarmente, la soca y resoca tienen mayor oportunidad de expresar mejores rendimientos con siembras a punta de riego.

Palabras clave: Sorgo forrajero, rendimiento de forraje.

ABSTRACT

Four forage sorghum varieties were evaluated for its response to harvest under 90% of light interception: Esmeralda, Silo Miel, Fortuna y Caña Dulce. For such a purpose two sowing procedures were established 1) early sowing using a unique one-irrigation, previously to the rainy season establishment, and 2) sowing under rain-fed conditions. The experiment was established at the Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Texcoco, Estado de México, with the climate key BS₁. Treatments were arranged under a completely randomized block design, and plant density adjusted to 170 000 plants per ha. Foliar tissue, stem, inflorescence, dead material, and total dry matter production were evaluated under a single-harvest. Varieties showing higher production ($P < 0.05$) included Caña Dulce and Silo Miel: 957 and 1126 gm^{-2} under the one-irrigation technique and 488 and 369 gm^{-2} under rain-fed conditions. Fortuna showed the lowest production with 450 and 96 g m^{-2} , under watering and rain-fed conditions, respectively. Foliar tissue production was higher ($P < 0.05$) for Caña Dulce under rain-fed conditions (144 g m^{-2}); however, using irrigation no differences were detected among varieties ($P > 0.05$). Earlier sowing, taking advantage of good growth temperatures

and using irrigation for plant establishment increases forage production within the first forage harvesting; it also may increase the regrowth due to its better development on the rainy part of the year.

Key words: Forage Sorghum, sowing methods, forage production.

INTRODUCCION

El sorgo es una gramínea anual originaria de África, su aprovechamiento data de miles de años para consumo por humanos y follaje en la alimentación del ganado. El cultivo de sorgo ha ido evolucionando y, en la actualidad, se han desarrollado variedades especializadas para grano y forraje entre otros usos en diferentes ambientes. La producción pecuaria se ha beneficiado con el uso del sorgo debido a su adaptabilidad, velocidad de crecimiento, alto rendimiento de materia seca, eficiencia en el aprovechamiento del agua y su apetencia, utilizándose principalmente en la ganadería tecnificada como ensilado. Según Araujo *et al.* (2002), la producción de sorgo presenta varias ventajas cuando es comparado con aquella de maíz, incluyendo menores costos de producción, mayor tolerancia a sequía, mejor capacidad de recuperación después de largos períodos de sequía y mayor producción de forraje bajo estas condiciones. En México, durante 2013, se sembraron 235 mil hectáreas de sorgo forrajero con un valor aproximado de 2 400 millones de pesos, se obtuvo una producción promedio de 20.5 ton/ha, principalmente para el uso como ensilado (SIAP, 2014), debido a que consumido en verde contiene glúcidos cianogénicos que al interactuar con la enzima hidrolítica (glucosidasa) liberan el HCN después de haber sufrido daño celular y pueden causar toxicidad para el animal. El objetivo fue evaluar el rendimiento de cuatro variedades de sorgo forrajero: Esmeralda, Silo Miel, Fortuna y Caña Dulce, en condiciones de punta de riego y temporal, cosechadas a 90% de interceptación luminosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las evaluaciones se realizaron durante el ciclo Primavera-Verano y en Verano-Otoño de 2013, en el Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Edo. de México: 19° 29' N, 98° 51' O; 2250 msnm; clima BS1, el menos seco de los áridos con lluvias en verano; temperatura media anual de 14.6 °C y 558.5 mm de precipitación (García, 2005), en suelo franco-arcillo-arenoso, alcalino, pH de 9.0. Se evaluaron cuatro variedades comerciales de sorgo forrajero: Caña Dulce, Esmeralda, Fortuna y Silo Miel. Con el fin de aprovechar las temperaturas adecuadas de crecimiento al final de la época de bajas temperaturas, la primera siembra se realizó el 12 de abril con riego para la mejor emergencia (punta de riego); para esto se utilizó una lámina de riego de 22 cm; la segunda siembra se realizó, ya establecido el temporal, el 17 de junio. Las unidades experimentales estuvieron constituidas por cinco surcos de 5m de largo y 65cm entre surcos, bajo un arreglo experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones. Quince días después de la emergencia, se aclaró a una densidad de 170,000 plantas por hectárea (Reta *et al.*, 2010). La fertilización se llevó a cabo con urea (45-00-00) y nitro foska (12-12-17) a razón de 80 kg de nitrógeno por hectárea, para ambas fechas de siembra. La fecha de corte de los forrajes se determinó cuando la interceptación luminosa llegó a 90% en la primera de las variedades evaluadas; al respecto, en estudios anteriores se ha demostrado que el momento óptimo de corte para los forrajes es al 90-95%, cuando se obtiene la mayor producción de

forraje y nutrientes. Las plantas fueron cosechadas a 10 cm de altura. La interceptación luminosa se determinó con ceptómetro, lo cual consiste en introducir el segmento o sensor en medio de dos surcos en la parte basal y se toma la lectura. El corte se realizó cuando la primera variedad alcanzó la interceptación luminosa del 90%, sin importar que las demás variedades aun no la alcanzaran. Las variables agronómicas evaluadas incluyeron: materia seca de hoja, tallos, inflorescencia, materia muerta y materia seca total. Se utilizó un Diseño Bloques al Azar y los datos fueron evaluados con el paquete estadístico Info Stat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de forraje fue mayor ($P < 0.05$; Cuadro 1) para Silo Miel (1125.5 gm^{-2}), Caña Dulce (956.6 gm^{-2}), Esmeralda (843.8 gm^{-2}) y menor en Fortuna (450.1 gm^{-2}) bajo condiciones de punta de riego, para tallo fue mayor en Silo miel (641.8 gm^{-2}) y menor en Fortuna (180.4 gm^{-2}). La presencia de inflorescencia fue mayor ($P < 0.05$) en Esmeralda (273.3 gm^{-2}) y menor en Fortuna (29.3 gm^{-2}). El estado de crecimiento y altura de planta afectan la proporción de hoja, tallos, inflorescencia. Zago (1991), estudió las proporciones de tallo, hoja, inflorescencia y producción de materia seca en diferentes estados de crecimiento y en variedades de porte bajo, mediano y alto, encontró que a mayor edad de la planta se incrementa la proporción de tallo e inflorescencia pero disminuye el contenido de hoja, las variedades de porte alto produjeron más forraje, pero la proporción de tallos fue mayor y el contenido de hoja menor, en comparación variedades de porte bajo y mediano.

Cuadro 1. Rendimiento de sorgo de cuatro variedades bajo condiciones de punta de riego (gm^{-2}).

Variedad/ rendimiento	Hoja	Tallo	Inflorescencia	Materia muerta	Materia Seca Total
Silo miel	218.4 ^A	641.8 ^A	265.3 ^{AB}	113.5 ^A	1125.5 ^A
Caña dulce	234.3 ^A	560.2 ^{AB}	162.2 ^B	64.6 ^{AB}	956.6 ^A
Esmeralda	206.4 ^A	364 ^{BC}	273.3 ^A	42.5 ^B	843.8 ^A
Fortuna	240.4 ^A	180.4 ^C	29.3 ^C	32.3 ^B	450.1 ^B
Media	224.9	436.6	182.5	63.2	844
EEM	23.2	49.3	25.8	12.2	90.7

EE= Error estándar de la media.

A,B,C= Medias con distinta literal entre filas, dentro de columna, son diferentes ($P < 0.05$).

Para la siembra en temporal, Caña Dulce produjo mayor ($P < 0.05$) cantidad de hoja (144.7 gm^{-2} ; Cuadro 2), tallo (250.4 gm^{-2}), inflorescencia (92.7 gm^{-2}) y materia seca total (487.8 gm^{-2}), mientras que el menor rendimiento obtenido fue para la variedad Fortuna que de hoja produjo (75 gm^{-2}), tallo (20.5 gm^{-2}), inflorescencia (0.12 gm^{-2}) y materia seca total (96 gm^{-2}). Gutiérrez *et al.* (2013), evaluaron 26 genotipos en verano y otoño, en condiciones de temporal para producción de grano y forraje, encontrando genotipos que sobresalieron para rendimiento de grano, rastrojo, calidad de hoja y tallos, el genotipo Sureño presentó mayor rendimiento de hoja con 3.66 ton/ha, un rendimiento de rastrojo de 7.62 ton/ha y 257 kg de proteína bruta/ha.

Cuadro 2. Rendimiento de sorgo de cuatro variedades, bajo condiciones temporal (gm^{-2}).

Variedad	Hoja	Tallo	Inflorescencia	Materia muerta	Materia Seca Total
Caña Dulce	144.7 ^A	250.4 ^A	92.7 ^{AB}	2.7 ^A	487.8 ^A
Silo Miel	107 ^{AB}	127.4 ^B	134.8 ^A	0.2 ^C	369.2 ^A
Esmeralda	53 ^B	35 ^B	19.6 ^{BC}	1.8 ^{AB}	107.6 ^A
Fortuna	75.4 ^B	20.5 ^B	0.12 ^C	0.55 ^{BC}	96 ^B
Media	95	108.3	61.8	1.3	265.2
EEM	15.6	27.9	18.8	0.31	52.5

EE= Error estándar de la media.

A,B,C= Medias con distinta literal entre filas, dentro de columna, son diferentes ($P < 0.05$).

Se realizó un análisis de varianza de comparación de medias multivariado con la prueba de Hotelling corregido por Bonferroni ($\alpha=0.05$), promediando los valores de punta de riego y temporal; el cual, mostró que existieron diferencias ($P < 0.05$) entre rendimientos. Silo Miel y Caña Dulce presentaron los valores más altos; mientras que, los valores más bajos los presentaron Esmeralda y Fortuna (Cuadro 3). García (2000), al evaluar cuatro híbridos: Mil-HY-100, Sudax, Piper y 3-Mil-X de sorgo forrajero a dos fechas de corte (48 y 59 días) y cuatro niveles de fertilización, encontró diferencias de producción entre híbridos, variando desde 4 hasta 13 ton/ha, siendo Mil-HY-100 el que presentó la mayor, para corte a 48 días y Sudaxa 59 días; mientras que Piper presentó menor rendimiento en las dos fechas de corte.

Cuadro 3. Rendimiento promedio de materia seca total (gm^{-2}) con punta de riego y temporal, mediante la prueba de comparación de medias de Hotelling con nivel corregido por Bonferroni Alfa=0.05.

Variedad	Hoja	Tallo	Inflorescencia	Materia muerta	MS total	
Silo Miel	162.7	384.6	200.1	56.9	747.4	A
Caña Dulce	189.5	405.3	127.4	33.6	722.2	A
Esmeralda	129.7	199.5	146.4	22.1	475.7	B
Fortuna	157.9	100.4	14.7	16.4	273.1	C

Medias con distinta literal entre hileras son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

CONCLUSIONES

Caña Dulce y Silo Miel mostraron mayor producción de forraje 957 y 1126 gm^{-2} con punta de riego; 488 y 369 gm^{-2} en temporal, respectivamente. Fortuna fue la que menor producción, mostró 450 y 96 gm^{-2} , con punta de riego y temporal, respectivamente. Las siembras tempranas con punta de riego, mejoran la producción de forraje y abren la alternativa para el desarrollo de soca y resoca bajo condiciones humedad dentro de la época de lluvias, lo cual, tendrá efectos positivos en el rendimiento total de forraje de sorgo.

LITERATURA CITADA

- García, O. G. 2000. Producción de forraje y evaluación cualitativa de cuatro híbridos de sorgo forrajeros. Potencial de rendimiento. Rev. Fac. Agron. 17: 413-423.
- García, E. L. 2005. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Cuarta Edición. UNAM, D. F. 217 p.

- Gutiérrez, P. N., Chow, W. Z., Bastianelli, D., Bonal, L., Obando, S. R. y Trouche, G. 2013. Productividad y calidad nutricional de genotipos de sorgo para doble propósito. *Agron Mesoamericana*. 24: 119-131.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2012. <http://www.siap.gob.mx/> Accesada el 3 de Agosto de 2013.
- Reta, S.D.G., Cruz, C.S., Palomo G.A., Serrato, C.J.S. y Cueto, W.J.A. 2010. Rendimiento y calidad de forraje de kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) en tres edades en comparación con maíz y sorgo x Sudán nevadura café. *Rev. Mex. de Cienc. Pec.* 1:13-23.
- Zago, C.P. 1991. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: 4º Simpósio sobre nutrição de bovinos. 4, 1991. Piracicaba, SP,. Anais. Piracicaba, SP. ESALQ. 169- 217.

057 COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN VARIEDADES DE SORGO FORRAJERO

PRODUCTIVE BEHAVIOR IN VARIETIES OF FORAGE SORGHUM

Samuel Puente Guillen¹, Rubén Darío Garza Cedillo²; Manuel de la Garza Caballero², Pedro Hernández Rojas³ y Andrés Gilberto Limas Martínez⁴

¹NuSEED México S.A de C.V., ²Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, ³Sitio Experimental Zaragoza-INIFAP, ⁴Facultad de Ingeniería y Ciencias-UAT

¹Purisma # 3237. Esq. López Mateos, 3er piso, Col. Chapalita, C.P. 44500, Guadalajara, Jalisco, México.
samuel.puente@mx.nufarm.com

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar el comportamiento productivo del sorgo forrajero. El trabajo se realizó en el ciclo O-I 2013. Las variedades evaluadas fueron Silo dulce, Rayo verde, Gota de miel, Gota de miel CL, Amo Ensilaje y Silo Pro, bajo el diseño de bloques al azar con cinco repeticiones. La siembra se realizó en abril de 2014, con una densidad de 14 kg ha⁻¹ de semilla comercial, Las variables fueron altura de planta (AP) y rendimiento de materia verde (RMV). Se realizó análisis de varianza, utilizando como covariable el número de plantas por metro lineal. El mayor RMV se observó en Silo Pro 37.2±6.08 t MV ha⁻¹) y menor en Amo Ensilaje (33.0±5.37 t MV ha⁻¹) y Silo Dulce (32.1±7.13 t MV ha⁻¹), mientras que Gota de Miel CL, Gota de Miel y Rayo Verde presentaron un rendimiento de forraje de 35.3±7.71, 35.0±7.83 y 34.85±6.43 t MV ha⁻¹, respectivamente. La mayor altura de planta se registro en Gota de Miel CL (232.5±18.5 cm) y Gota de Miel (230.0±25.0 cm) y la menor en Silo Dulce (184.1±18.5 cm), mientras que Silo Pro, Rayo Verde y Amo Ensilaje presentaron un comportamiento similar entre sí. Se concluye que las variedades Silo Pro, Gota de Miel CL, Gota de Miel y Rayo Verde, representan una opción para el establecimiento de cultivos forrajeros en el norte de Tamaulipas, ya que superan en más del 15.9 % del rendimiento a las variedades Amo Ensilaje y Silo Dulce.

Palabras clave: Sorgo forrajero, variedades, rendimiento

ABSTRACT

The objective of this study was to know the productive performance of forage sorghum. The work was done in the O-I 2013 cycle. Varieties evaluated were Silo Dulce, Rayo Verde, Gota de Miel, Gota de Miel CL, Amo Ensilaje and Silo Pro, under randomized block design with five replications. Sowing date was April 2014, with a density of 14 kg ha⁻¹ of commercial seed. Variables were plant height (PH) and green matter yield (GMV). Analysis of variance was performed using the number of plants per meter as a covariate. The largest GMV was observed in Silo Pro 37.2 ± 6.08 t GM ha⁻¹) and the lowest in Amo Ensilaje (33.0 ± 5.37 t GM ha⁻¹) and Silo Dulce (32.1 ±

7.13 t GM ha⁻¹), while Gota de Miel CL, Gota de Miel and Rayo Verde presented a forage yield of 35.3 ± 7.71, 35.0 ± 7.83 and 34.85 ± 6.43 t GM ha⁻¹, respectively. The highest plant height was recorded in Gota de Miel CL (232.5 ± 18.5 cm) and Gota de Miel (230.0 ± 25.0 cm) and the lowest in Silo Pro (184.1 ± 18.5 cm), while Silo Pro, Rayo Verde and AmoEnsilaje showed a similar behavior. It is concluded that sorghum varieties Silo Pro, Gota de Miel CL, Gota de Miel and Rayo Verde, represent an option for the establishment of forage crops in northern Tamaulipas, with a higher forage yield (15.9%) than AmoEnsilaje and Silo Dulce.

Keywords: Forage sorghum, variety, yield

INTRODUCCIÓN

El sorgo forrajero es una variedad que presenta propiedades morfológicas y fisiológicas que lo ubican dentro de un grupo de materiales de alto rendimiento apropiados para la alimentación de rumiantes, ya sea como un complemento forrajero en los sistemas tradicionales de pastoreo o en forma fresca o ensilada y como fuente principal en los sistemas de producción en confinamiento. Actualmente, la siembra de cultivos forrajeros viene creciendo anualmente, esta tendencia se explica en gran parte por la necesidad de los productores de estabilizar la producción de forraje durante todo el año. Hoy día en el mercado existen distintos materiales de sorgo forrajero, aquellos que fundamentalmente son para pastoreo directo, rápidos en su implantación y retorno y los que siendo más lentos se destacan por el mayor contenido de azúcares, mayor palatabilidad y digestibilidad, que permiten su uso diferido sin perder en extremo su calidad. Un ejemplo de esto último son las variedades Silo Dulce, Gota de Miel y Gota de Miel CL caracterizadas por su alto contenido de azúcar en la caña.

Por lo anterior, los sorgos forrajeros representan una buena opción de utilización durante el ciclo agrícola otoño-invierno, por ser especies de rápido crecimiento y presentar rendimientos aceptables en condiciones de baja precipitación, llegando incluso a producir entre 20 y 30 t ha⁻¹ de forraje verde en áreas de temporal (Cabanillas *et al.*, 2012), además los sorgos forrajeros tienen la característica de poder utilizarse bajo diferentes formas, como la conservación de forraje en forma de henificando, verde picado o ensilado (Miller y Stroup, 2004, Basurto, 2009, Burboa y Cabanillas, 2008, Hernández *et al.*, 2010). Por otro lado, el sorgo tiene una alta capacidad de rebrote tras cortes sucesivos, permitiendo con ello que el cultivo prolongue su ciclo productivo. De acuerdo a estos antecedentes, el objetivo del trabajo fue determinar el comportamiento productivo de seis variedades de sorgo forrajero en el norte de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en las instalaciones 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). La preparación del terreno consistió en un paso de rastra a una profundidad de 20 cm. Las variedades evaluadas fueron Gota de miel, Silo dulce, Gota de miel CL, Rayo verde, Silo Pro y Amo ensilaje, las cuales se distribuyeron en campo bajo el diseño experimental de bloques al azar con cinco repeticiones. La fecha de siembra fue el 04 de abril de 2014. La parcela experimental fue de cuatro surcos de 0.80 x 8.0 m, con una parcela útil compuesta por los dos surcos centrales y 6 m de largo. La densidad de siembra utilizada fue de 14 kg ha⁻¹ de semilla. Se aplicó un riego de auxilio a los 30 días después de la siembra. Las variables de respuesta fueron altura de planta y rendimiento de materia verde. La cosecha se realizó a los 63 días después de la siembra (inicio de floración). Los datos obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza, utilizando como covariable el número de plantas por metro lineal obtenido en cada una de las variedades de sorgo (SAS, 2004). La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mayor rendimiento de materia verde se observó en la variedad Silo Pro (37.2 ± 6.08 t MV ha⁻¹), la cual resultó superior a las variedades Amo Ensilaje (33.0 ± 5.37 t MV ha⁻¹) y Silo Dulce (32.1 ± 7.13 t MV ha⁻¹), mientras que el resto de las variedades presentaron rendimientos de forraje de 35.3 ± 7.71, 35.0 ± 7.83 y 34.85 ± 6.43 t MV ha⁻¹ para Gota de Miel CL, Gota de Miel y Rayo Verde, respectivamente (Figura 1). Los rendimientos de forraje obtenidos en el presente estudio, resultaron superiores a lo reportado por Núñez y Faz (2004), quienes obtuvieron rendimientos de forraje verde desde 24.5 a 28.6 t ha⁻¹ en variedades Beef builder, Field master, KF-429 y Silo master. De la misma manera, el comportamiento productivo de las variedades estudiadas resultó superior a lo reportado por Cabanillas *et al.* (2012), en Sonora, México (20.8 t ha⁻¹) y González y Ortega (2000) en el sur de Tamaulipas, donde indican que el sorgo forrajero alcanzó rendimientos de forraje de 26.3 t de MV ha⁻¹.

Para la altura de planta, se observó una amplia variación (P<0.05) entre las variedades estudiadas (Figura 2). La mayor altura de planta fue registrada en las variedades Gota de Miel CL (232.5 ± 18.5 cm) y Gota de Miel (230.0 ± 25.0 cm) y la menor en Silo Dulce (184.1 ± 18.5 cm), mientras que el resto de las variedades presentaron un comportamiento similar entre sí con valores de 216.6 ± 16.5, 215.0 ± 18.3 y 208.4 ± 21.8 cm, para Silo Pro, Rayo Verde y Amo Ensilaje, respectivamente. Los resultados obtenidos en el presente trabajo para altura de planta difieren a lo reportado por Cabanillas *et al.* (2012) en un estudio realizado en Sonora, México, en donde el sorgo forrajero alcanza una altura de 193.0 cm; mientras que en otro estudio realizado en el sur de Tamaulipas reportan para sorgo forrajero una altura de planta de 190.0 cm (Ávila *et al.*, 2000).

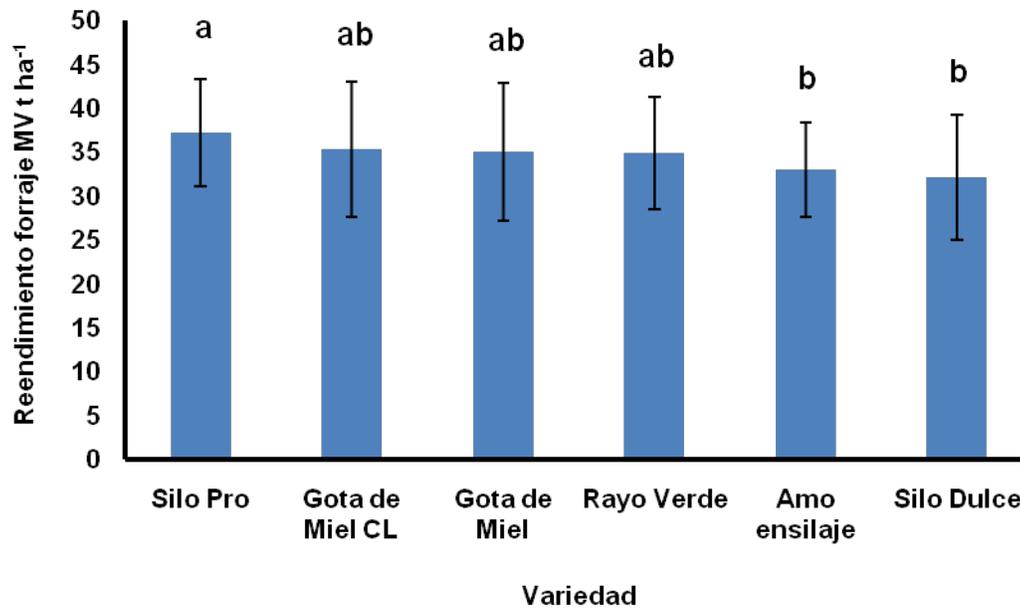


Figura 1. Rendimiento de forraje (t MV ha⁻¹) en seis variedades de sorgo en el norte de Tamaulipas.

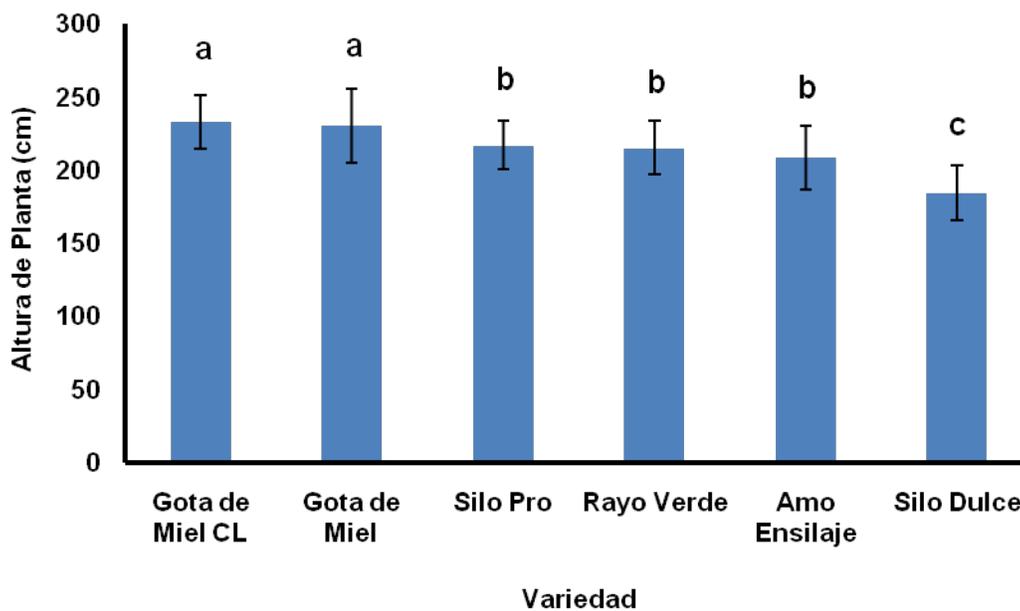


Figura 2. Altura de planta (cm) en seis variedades de sorgo forrajero en el norte de Tamaulipas.

CONCLUSIONES

Se concluye que los rendimientos más altos en materia verde fueron obtenidos en las variedades Silo Pro, Gota de Miel CL, Gota de Miel y Rayo Verde, que representaron más del 15.9 % del forraje obtenido en las variedades Amo Ensilaje y Silo Dulce, por lo que dichas variedades representan una opción para el establecimiento de cultivos forrajeros que permitirán mejorar la alimentación de la ganadería en el norte de Tamaulipas.

LITERATURA CITADA

- Ávila CJM, Ortega SJA, González VEA, González PMA. Evaluación de cinco densidades de siembra de sorgo forrajero en Aldama, Tamaulipas. XVII Día del Ganadero. Publicación Especial No. 12. INIFAP-CIRNE-CERIB. 2000:44.
- Basurto KVM. Los ensilajes cobran mayor importancia para la nutrición animal del ganado lechero. XIX Reunión Internacional sobre Producción de carne y leche en Climas Cálidos. UABC-ICA. 2009:11-22.
- Burboa CFR, Cabanillas CR. Tecnología para la producción de sorgo forrajero. Desplegable para productores No. 12. INIFAP-CIRNO. 2008:2.
- Cabanillas R, Ibarra GD, Ortega C, Burboa FR, Morales A. Comparación de variedades de sorgo forrajero bajo condiciones de temporal en Quiriego, Sonora. México. 2da. Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal. 2012:28-32.
- Gómez de la FE, Díaz SH, Saldivar FA, Briones EF, Vargas TV, Grant WE. Patrón de crecimiento de pasto buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) Sin. *Cenchrus ciliaris* L] en Tamaulipas, México. Téc Pecu Méx 2007;45(1):1-17.
- González PMA, Ortega SJA. Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de cuatro variedades de sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*) en el sur de Tamaulipas. XVII Día del Ganadero. Publicación Especial No. 12. INIFAP-CIRNE. 2000:31.
- Hernández NG, Payan GJA, Peña RA, González CF, Ruiz BO, Arzola AC. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Revista Mexicana Ciencias Pecuarias 2012;1(2):85-98.
- Miller FR, Stroup JA. Growth and management of sorghums for forage Production. In: Proceed National Alfalfa Symp, San Diego, CA, UC Cooperative Extension, University of California, Davis. 2004.
- Núñez HG, Faz CR. Clasificación de variedades de sorgo forrajero, grano y nervadura café para forraje en base a características agronómicas y nutricionales. XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. 2004:208.
- SAS. STAT/SAS User's Guide, release 9.1 ed. SAS Institute, Cary, NC. 2004.
- Silva SMM, Medina G, Ruiz U, Serrano V, Díaz G, Cano MA. Estadísticas climatológicas del estado de Tamaulipas (período 1961-2003). Libro Técnico No. 2. INIFAP CIRNE-CERIB. 2007:24.

058 EVALUACION DE CULTIVARES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) CON POTENCIAL FORRAJERO EN DIFERENTES ETAPAS FENOLOGICAS EN EL ESTADO DE MÉXICO

EVALUATION OF MAIZE CULTIVARS (*Zea mays* L.) WITH FORAGE POTENTIAL IN DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES AT MEXICO STATE

Muñoz Rosales Gabriela Minerva¹, Tovar Gómez Ma. del Rosario², Tovar Gómez Beatriz¹, Pérez Mendoza Claudia², Mata Montes de Oca Miguel¹, Bonilla Cárdenas Jorge Armando³,

¹Laboratorio Integral de Investigación de Alimentos, Instituto Tecnológico de Tepic, C.P. 63175. Tepic, Nayarit. ² INIFAP-CIRCE-Campo Experimental Valle de México C.P. 56250. Texcoco, Estado de México. ³INIFAP-CIRPAC-CE Santiago Ixcuintla, Nayarit C.P. 63300. Email: tovar.rosario@inifap.gob.mx

RESUMEN

En México, el grano de maíz es utilizado principalmente para consumo humano; sin embargo, el grano también es empleado en la alimentación animal. Además, debido a su alto rendimiento, contenido de energía y fibra el maíz se utiliza también como forraje verde, conservado como ensilado y como rastrojo. Con el objetivo de determinar los cambios en la acumulación de materia seca (MS) en tres cultivares de maíz para forraje (HV-65, VS-22, H-159), se evaluaron cinco etapas fenológicas (EF; EV8, EV12, EVT, R5, R6) durante el ciclo primavera verano 2013 en el Campo Experimental Valle de México del INIFAP. La densidad de población utilizada fue de 80 mil plantas ha⁻¹ y una fertilización de 180N-90P-30K. Cada unidad experimental fue de 48 m², con un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial en parcelas divididas. Las variables registradas fueron las siguientes: altura de planta (AP), días a corte (DC), rendimientos de forraje verde (RFV) y de materia seca (RMS), contenido de materia seca (MS); pesos secos de hoja (PSH), vaina (PSV), tallo (PST), espiga (PSE), grano (PSG), olote (PSO), raquis (PSRA) y raíz (PSR). Los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS (2000). Con base en los resultados obtenidos para variedad se presentaron diferencias ($P \leq 0.05$) en las variables de respuesta DC, RMS, MS, PSH, PSE y PSR; mientras que para AP, RFV, PSV, PST, PSTO, PSG, PSO y PSRA no fueron significativas ($P \geq 0.05$). Respecto a EF se registraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en todos los parámetros excepto en PSTO y PSG ($P \geq 0.05$). Con base a los resultados obtenidos, se concluye que la acumulación de materia seca total en los maíces evaluados es más rápida en VS-22, seguido de HV-65 y del híbrido H-159, pero el rendimiento de materia seca es más alto para el H-159. Asimismo, al inicio del crecimiento de la planta de maíz, la acumulación de materia seca es mayor en las hojas y a partir de la etapa vegetativa (EV12) se incrementa en el tallo; además, el crecimiento del grano inicia después de la floración (VT) para permanecer constante a partir de ER5, etapa en donde es recomendable el corte para conservar el maíz como ensilado.

Palabras Clave: Maíz, variedad, forraje, fenología, rendimiento

ABSTRACT

Maize grain in Mexico is used mainly for human consumption, nevertheless, maize grain is used as feedstuff for animals too. Besides its high yield, energy content and fiber, maize is used as fresh forage, or conserved as silage and as stover. With the aim to determine changes in the accumulation of dry matter (DM) of three cultivars of maize forage (HV-65, VS-22, H-159), five phenological stages (EF; EV8, EV12, EVT, R5, R6) were evaluated during spring-summer 2013 at the experimental station "Valle de México" (CIRCE-INIFAP). Eighty thousand plants were used per hectare and fertilized with 180N-90P-30K. Each experimental unit was of 48 m², and the experimental design was random blocks with factorial arrangement. Plant height (AP), days at harvest (DC), fresh forage yield (RFV), dry matter yield (RMS), dry matter content (MS), and dry weight of leaf (PSH), seed case (PSV), stem (PST), spigot (PSE) and root (PSR) were evaluated. Data were analyzed using SAS 2000 statistical software. Results showed that EF presented differences ($P \leq 0.05$) in all parameters, while stage showed differences only in DC, RMS, MS, PSH, PSE, and PSR ($P \leq 0.05$). Accumulation of total dry matter on all maize evaluated, was faster in VS-22 followed by HV-65 and the hybrid H-159, but the yield of dry matter was better in H-159. Moreover, the accumulation of dry matter in leaf is higher during the grow up state and after the V12 state the stem increase the accumulation.

Key words: Maize, variety, forage, phenology, yield

INTRODUCCIÓN

Entre las especies cultivadas que suministran alimento a la población, se encuentra el maíz (*Zea mays* L.) ya que tiene una amplia gama de usos más que cualquier otro cereal (Domínguez y Arias, 2001). Todas las partes de la planta de maíz encuentran aplicaciones, ya sea en alimentos para consumo humano (tortilla, tamal, atoles, pinole), en la industria de los almidones, en la elaboración de etanol, además de la fabricación de artesanías, entre otros. En México se utiliza principalmente para consumo humano, aunque por su alto rendimiento y contenido de energía, se emplea también en la alimentación animal como forraje verde, conservado como ensilado, el rastrojo y el grano. El creciente aumento en el uso de maíz forrajero exige poner mayor atención en estrategias de manejo agronómico y calidad del forraje en donde se permita aprovechar al máximo el potencial existente (Peña *et al.*, 2012). Es por ello que se plantea la necesidad de identificar híbridos con mayor potencial de producción y alto valor nutricional, además de que puedan adaptarse a una mayor diversidad de ambientes. El objetivo de este estudio fue evaluar tres cultivares de maíz con potencial forrajero en cinco etapas fenológicas para determinar los cambios en la acumulación de materia seca en la Región de Valles Altos del Estado de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental Valle de México del INIFAP en Coatlinchán, Estado de México durante el ciclo de primavera verano de 2013. Se evaluaron, bajo condiciones de riego, tres cultivares de maíz, una variedad sintética VS-22

(ciclo intermedio), un híbrido varietal HV-65 (ciclo intermedio) y un híbrido de ciclo tardío el H-159, éstos generados por los investigadores del Programa de Mejoramiento de Maíz del CEVAMEX-INIFAP. Las diferentes etapas fenológicas (EF) del cultivo evaluadas fueron EV8, EV12, VT, ER5 y ER6 conforme a la metodología propuesta por Richie *et al.*, (1997). El diseño experimental fue bloques completos al azar con arreglo factorial en parcelas divididas con tres repeticiones, donde la parcela grande fueron las variedades y la parcela chica las etapas fenológicas. La densidad utilizada fue de 80 000 plantas ha⁻¹ y una fertilización 180-90-30 (Nitrógeno-Fósforo-Potasio). La unidad experimental constó de 12 surcos de 5 m de largo y 0.80 cm entre surcos siendo la superficie total por cada unidad de 48 m². Las variables registradas fueron las siguientes: altura de planta (AP), días a corte (DC), rendimientos de forraje verde (RFV) y de materia seca (RMS), contenido de materia seca (MS); pesos secos de hoja (PSH), vaina (PSV), tallo (PST), espiga (PSE), grano (PSG), olote (PSO), totomoxtle (PSTO), raquis (PSRA) y raíz (PSR). El análisis de la información se realizó utilizando el paquete estadístico SAS (SAS, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del análisis de varianza realizado para variables agronómicas y de rendimiento de los tres cultivares de maíz evaluados. Se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para el factor variedad en los parámetros DC, PSE, PSR, PSH, RMS, MS; mientras que AP, PSV, PST, PSTO, PSO, PSRA, PSG y RFV, no fueron diferentes ($P \geq 0.05$). Entre las variedades de maíz se observó que la AP varió de 227.2 a 232.7 cm. Considerando que los DC fueron el promedio de todas las etapas evaluadas, la variedad VS22 fue la más precoz, seguida de HV-65 y finalmente H-159. Respecto a los rendimientos de forraje, la media del RFV entre los maíces fue de 63.3 t ha⁻¹, mientras que para RMS fue de 14.7 t ha⁻¹, con una variación registrada de 13.6 a 16.4 t ha⁻¹, siendo el híbrido H-159 el que obtuvo el mayor rendimiento de RMS (16.4 t ha⁻¹).

Cuadro 1. Comparación de medias para las variables agronómicas y de rendimiento de las tres variedades de maíz con potencial forrajero, promedio de las cinco etapas fenológicas evaluadas.

Variedad	Variables agronómicas					Rendimiento		
	AP (cm)	DC (d)	PSH (g)	PSE (g)	PSR (g)	RFV t ha ⁻¹	RMS t ha ⁻¹	MS (%)
HV-65	227.2	113	28.8	3	18.8	63.4	14.3	23.3
H-159	232.7	115	33.8	4.4	11.8	63.4	16.4	29.6
VS-22	227.6	109	28.3	3.5	13.8	63.2	13.6	26.9
Media	226.2	113	30.3	3.7	14.8	63.3	14.7	26.6
Signif.	ns	**	*	**	*	ns	*	**
DMS	12.4	3.5	4.5	0.66	5.1	9.7	2.5	2.0
R ²	0.92	0.99	0.89	0.95	0.82	0.88	0.92	0.99

AP: Altura de planta; DC: Días a cosecha; RFV: rendimiento forraje verde; RMS: rendimiento de materia seca; MS: porcentaje de materia seca; DMS: diferencia mínima significativa (Tukey $\alpha = 0.05$); ns: no significativo.

Considerando el efecto de las etapas fenológicas evaluadas, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en todos los parámetros a excepción de PSTO y PSG ($P \geq 0.05$; Cuadro 2). La AP varió de 160.0 cm para EV8 a 243.9 cm para R5, con una disminución

en la ER6. Respecto a los DC, como es de esperarse, éstos fueron en orden ascendente de EV8 a ER6 en donde se realizó el último corte y que corresponde al corte en madurez fisiológica de los maíces. En cuanto a los rendimientos, el RFV varió de 47.2 t ha⁻¹ para la etapa EV8 obteniendo un máximo en VT que es donde se registra la floración, con un descenso del rendimiento para las etapas ER5 y ER6. Para el RMS la media fue de 14.7 t ha⁻¹, presentando un máximo de rendimiento en la etapa ER5 (24.1 t ha⁻¹) que es donde se lleva a cabo el corte para conservar el maíz como ensilado y descendiendo en la etapa ER6 (17.9 t ha⁻¹) que corresponde al corte en madurez fisiológica. Boschini y Elizondo (2004) en un estudio realizado en Costa Rica reportan variaciones en el rendimiento de materia seca de maíz cosechado a los 70 días después de la siembra que van de 3.9 t ha⁻¹ a 17.7 t ha⁻¹ cortados a los 154 días; rendimientos más bajos en relación a los obtenidos en este estudio.

Cuadro 2 Comparación de medias para las variables agronómicas y de rendimiento en cada etapa fenológica promedio de las tres variedades de maíz con potencial forrajero evaluadas.

Etapa fenológica	Variables Agronómicas		Rendimiento		
	AP (cm)	DC (d)	RFV t ha ⁻¹	RMS t ha ⁻¹	MS (%)
EV8	160.0	60	47.2	4.8	10.2
EV12	241.8	80	76.2	10.7	14.1
VT	242.8	96	84.1	15.9	18.4
ER5	243.9	150	74	24.1	32.6
ER6	242.2	180	32	17.9	57.6
Media	226.2	113	63.6	14.7	26.6
Signif.	**	**	**	**	**
DMS	18.9	0	14.7	3.76	3.06
R ²	0.92	1	0.88	0.92	0.99

EF: Etapa fenológica; AP: Altura de planta; DC: Días a cosecha; RFV: rendimiento forraje verde; RMS: rendimiento de materia seca; MS: porcentaje de materia seca; DMS: diferencia mínima significativa (Tukey $\alpha = 0.05$); ns: no significativo.

En la Figura 1 se presenta la tendencia progresiva a través del crecimiento y desarrollo de las variedades de maíz evaluadas en la acumulación de materia seca para los diferentes órganos vegetativos (hoja, vaina, tallo, espiga, totomoxtle, grano, olote y raquis) de la planta. En la etapa EV8 se observa que a los 60 días de edad el peso seco de la hoja es superior al del tallo y vaina, pero a medida que la planta crece (EV12) la acumulación de materia seca en el tallo se incrementa y el de la hoja disminuye, esto probablemente por la rápida elongación del tallo. La espiga muestra su mayor crecimiento en la EV12 disminuyendo ligeramente hasta VT y drásticamente hasta la ER6. Es importante mencionar que el peso seco de la vaina presenta su mayor crecimiento hasta antes de la floración (VT) disminuyendo posteriormente. En la etapa ER5 se observa que a los 150 días el peso seco de totomoxtle, grano y olote mostraron su mayor crecimiento.

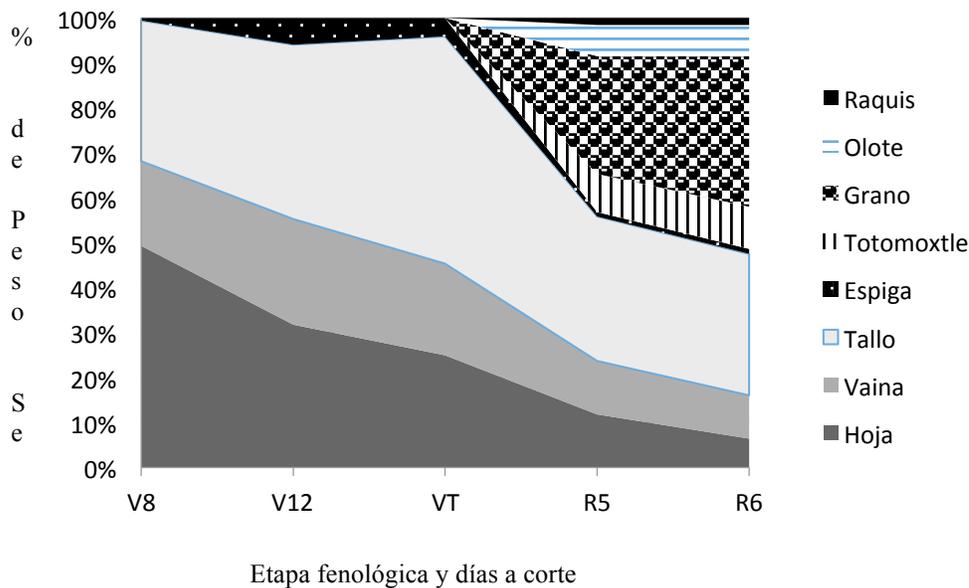


Figura 1. Acumulación de materia seca de los órganos vegetativos de la planta de las variedades de maíz con potencial forrajero evaluadas en cinco etapas fenológicas en la Región de Valles Altos del Estado de México. PV-2013.

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos, se concluye que la acumulación de materia seca total en los maíces evaluados es más rápida en VS-22, seguido de HV-65 y del híbrido H-159, pero el rendimiento de materia seca es más alto para el H-159. Asimismo, al inicio del crecimiento de la planta de maíz, la acumulación de materia seca es mayor en las hojas y a partir de la etapa vegetativa (EV12) se incrementa en el tallo, además el crecimiento del grano inicia después de la floración (VT) para permanecer constante a partir de ER5, etapa en donde es recomendable el corte para ensilado.

LITERATURA CITADA

- Boschini C y Elizondo J. 2004. Desarrollo productivo y cualitativo de maíz híbrido para ensilaje. *Agronomía Mesoamericana*, 15 (1): 31-37.
- Domínguez RMG y VH Arias M. 2001. Efecto del genotipo, densidad de siembra y dosis de fertilización en el rendimiento y valor nutricional del maíz (*Zea mays* L.) para forraje. Tesis de Licenciatura. Chapingo, México. 137 p.
- Peña RA, González CF, Núñez HG, Tovar GMR, Vidal MVA, Ramírez DJL. 2012. Heterosis y aptitud combinatoria para producción y calidad de forrajes en seis poblaciones de maíz. *Rev. Fitotec Mex.* 3 (3): 389-406.
- Richie WS, Hanway JJ, Benson OG. 1997. How a Corn Plant Develops. Special Report N° 48. Iowa State, United States. 21 p.
- SAS. SAS/STAT (2000) Guide for personal computers. Statistical Analysis System Institute. Inc. Cary. NC. USA.

059 ESTUDIO DE AJUSTE DE CARGA ANIMAL EN TIERRAS DE PASTOREO DEL SISTEMA BOVINOS CARNE DE COLIMA

ANIMAL STUDY SETTING IN CHARGE OF CATTLE GRAZING LAND SYSTEM MEAT COLIMA

Alfredo González Sotelo¹, Alejandro Yáñez Muñoz¹, Manuel Silva Luna¹, Luis Antonio González Eguiarte², Raymundo Vázquez Gómez³, Jorge Pineda Lucatero⁴, Francisco Radillo Juárez⁵, Ardían Martín Silva Martínez⁶

¹INIFAP-UTEP-CIRPAC, ²Consultor privado, ³INIFAP-CENID Microbiología, ⁴FMVZ- U de C, ⁵FCBA- U de C, ⁶SPBC-Colima

Km 35 Carr. Colima-Manzanillo. Tecomán, Colima. CP 28100. E-Mail: sotelo.alfredo@inifap.gob.mx

RESUMEN

En México el 60% de las tierras de pastoreo se encuentran en condiciones de grave deterioro por el sobrepastoreo, una alternativa para revertir este proceso, es realizar un ajuste de carga animal. El estudio se realizó en 21 unidades de producción (UP) de los 10 municipios del estado de Colima, con clima (ACw), temperatura anual de 22.6 °C a 26.4°C. La precipitación es de 908.9 a 1674.5 mm. El método de muestreo fue del cuadrante 0.25x0.25 m². Para determinar el nivel de confianza y número de muestreos, se utilizó la ecuación: $n=t^2s^2/(X-\mu)^2$. Las variables medidas fueron: Inventario ganadero en unidades animal (UA), producción de materia seca (t/ha⁻¹) y Capacidad de carga (UA/ha/año). Los resultados indican que las UP cuentan con 40 ha de superficie y 56 UA. Predomina el pastizal nativo con especies de los géneros *Cynodon*, *Chloris*, *Paspalum* y *Echinochloa*, e introducidas como el Andropogon y Estrella Africana. El 56% de la superficie de pastizal se encuentra en una condición buena, con un rango de producción de materia seca de 4.3 a 6.1 ton/ha⁻¹. El 33% de las UP producen forraje suficiente para mantener más de 30 UA, por tanto se requiere un ajuste de carga de 26 (UA/ha/año). En Colima se tiene el doble de carga animal en las UP.

Palabras Clave: *Carga animal, pastoreo, bovinos, forraje*

ABSTRACT

In Mexico the 60% of the grazing land are under severe deterioration from overgrazing, an alternative to reverse this process, an adjustment of stocking. The study was conducted in 21 production units (PU) of the 10 municipalities of the state of Colima, with climate (ACw), annual temperature of 22.6 ° C to 26.4 ° C. The rainfall is 908.9 mm to 1674.5. The sampling method was 0.25x0.25 m² quadrant. $n=t^2s^2/(X-\mu)^2$: To determine the level of trust and number of samples, was used Eq. The variables measured were: livestock inventory animal units (AU), dry matter production (t/ha⁻¹) and capacity (AU/ha/ year). The results indicate that UP should have 40 land and 56 AU. Mainly pasture of native species of the genus *Cynodon*, *Chloris*, *Paspalum* and *Echinochloa*, and introduced as Andropogon and African Star. 56% of pasture is in good condition, with a range of dry matter of 4.3 to 6.1 ton/ha⁻¹. The 33% of the UP produce more than 30 AU fodder, so a load setting of 26 AU. In Colima it has twice the stocking required in the UP.

Keywords: *Stocking, grazing, cattle, forage*

INTRODUCCIÓN

Los pastizales son el recurso más abundante de las tierras de pastoreo de México, sin embargo, en la actualidad el 60% se encuentran en condiciones de grave deterioro, originado por el sobrepastoreo con ganado bovino, caprino, ovino y equino principalmente (Esqueda *et al*, 2011; SEMARNAT, 2011). Lo anterior propicia un aumento de suelo desnudo, seguido de una fuerte invasión de arbustos indeseables, la erosión y pérdida de suelo, que se traduce en una disminución significativa de la producción de materia seca (MS) de los pastizales y pérdida de peso de los animales (Cantú, 1990). Una alternativa para revertir este proceso, es el ajuste de carga animal en las tierras de pastoreo, metodología que consiste en determinar la producción y disponibilidad de materia seca por unidad de superficie (ton, MS/ha), contabilizar el número de unidades animal (UA) existentes en la unidad de producción pecuaria (UP) y realizar el ajuste de acuerdo a los recursos disponibles, eliminando ganado o implementando estrategias de complementación alimenticia para amortiguar la carga en el agostadero y praderas (Esqueda *et al*, 2011; Cantú, 1990). Como parte de los compromisos de un programa integral de capacitación (PIC) auspiciado por el INCA-Rural, se realizaron 21 estudios de capacidad de carga en UP ganaderas del estado de Colima, el propósito fue contribuir a mejorar el coeficiente de agostadero y preservar los recursos naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: Los trabajos se realizaron en el estado de Colima que tiene una superficie de 545,500 ha, se localiza entre las coordenadas 18°41' y 19°31' de latitud norte, de 103°29' y 104°31' de longitud oeste (INEGI, 2011). La altura sobre el nivel del mar varía de 0-3820, pero el 70% de la superficie se encuentra entre 0 a 600 msnm. La clasificación climática es ACw, en el 78.80% de la entidad. La temperatura oscila de 23.7 °C en Cuauhtémoc a 26.5 °C en Armería, la más fría se presenta en Comala con 18.6 °C. La precipitación media anual varía de 790.8 mm en la región costa a 1535.2 mm en Minatitlán (INEGI, 2011; Medina, Ruíz y Martínez, 1998). **Método de muestreo:** De un padrón de 360 productores participantes en el programa integral de capacitación de Colima (PIC), distribuidos en los diez municipios del estado, fueron seleccionados al azar dos UP por municipio para realizar los estudios. El muestreo de forraje se realizó por el método del cuadrado, elaborado con PVC de 0.25 x 0.25 m², el cual fue arrojado al azar dentro de cada uno de los potreros, se procedió a cortar con rozadera o tijera según la especie y disponibilidad de material, colectando el 100% del forraje que se encontró dentro del mismo, excluyendo hierbas y arbustivas (Esqueda *et al*, 2011; Cantú, 1990; Toledo, 1982). Para los forrajes de corte, se utilizó el método del metro lineal por surco, cosechando el 100% del forraje. **Tamaño de muestra:** El número de muestras por potrero, dependió de la homogeneidad de las pasturas presentes, de la distribución y superficie de los potreros, de la pendiente y del grado de confiabilidad requerida, utilizando la fórmula estadística: $n = t^2 s^2 / (X - \mu)^2$, donde n= número de muestras, t²= Valor de táblas de "t", s²= desviación estandar, X= Media de la muestra y μ= Población (Reyes, 1984). **Unidades animal (UA):** Se utilizó la información proporcionada por el propietario sobre el inventario ganadero y se transformó en

Unidades Animal (UA), considerando que una UA corresponde a una vaca adulta de 450 kg con su cría y sus equivalentes (PROGAN, 2010). **Condición del pastizal:** De forma cualitativa, se determinó la condición del pastizal, de acuerdo a la presencia de pastos forrajeros, clasificándolos en cuatro categorías (Cantú, 1990): excelente (76 a 100%), buena (51 a 75%), regular (26 a 50%) y pobre (0 a 25%). **Producción de forraje:** El forraje total cosechado fue pesado en báscula electrónica digital con capacidad de 20 kg, +/- 1 g de diferencial, se obtuvieron muestras de cada una de las especies para su posterior determinación de materia seca, en estufa de aire forzado por 72 horas a temperatura de 60 °C (AOAC, 2002). **Factores de ajuste:** Los ajustes de factor de uso del pastizal, pendiente del terreno y distancia al agua, se realizaron de acuerdo a los coeficientes sugeridos por Holecheck *et al*, 2004.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo del 9 de Diciembre de 2013 al 21 de Febrero de 2014 se muestrearon 843 ha (188 ha con riego) en las 21 UP, con una superficie promedio de 40 ha y el inventario ganadero fue de 1,442 cabezas, distribuidas en vacas con cría, vacas sin cría (gestantes y horas), crías destetadas, novillos y novillonas y en menor medida, sementales y otro tipo de animales (cabras, ovejas y caballos). Una vez transformados en UA de acuerdo a las equivalencias por tipo de animal, el total fue de 1,164.5 UA, con promedio de 56 UA/UP (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Características de las UP seleccionadas (Localización, superficie, inventario y disponibilidad de MS) en Colima.

UPP	MUNICIPIO	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ASNMM	SUPERFICIE ha	MS DISPONIBLE t	INVENTARIO UA
1	ARMERIA	18° 53' 43.9"	104° 00' 52.2"	3	12*	36	26
2	ARMERIA	19° 04' 33"	103° 55' 14.6"	142	2*	4	10
3	COLIMA	19° 11' 25.2"	103° 57' 44.7"	280	127	45	56
4	COLIMA	19° 10' 54"	103° 34' 24.8"	528	88	221	65
5	COLIMA	19° 15' 05"	103° 52' 02"	608	19	66	78
6	COMALA	19° 20' 54.7"	103° 45' 58.2"	720	41	118	67
7	COMALA	19° 26' 06.9"	103° 40' 14.1"	1447	93**	338	72
8	COQUIMATLAN	19° 11' 16"	103° 57' 47"	850	106	112	161.5
9	COQUIMATLAN	19° 10' 54"	103° 49' 23"	288	16*	16	114
10	CUAUHTEMOC	19° 21' 44.4"	103° 36' 48.7"	1155	7	6	31
11	IXTLAHUACAN	19° 01' 24.9"	103° 42' 19.7"	139	4.5*	20	27
12	IXTLAHUACAN	19° 01' 24.9"	103° 42' 19.7"	135	3.5	10	17
13	MANZANILLO	19° 08' 32.1"	104° 27' 32.1"	186	63	291	35
14	MANZANILLO	19° 01' 46"	104° 12' 17.8"	17	20*	49	27
15	MINATITLAN	19° 26' 54.6"	103° 36' 04.0"	874	45.5	68	27
16	MINATITLAN	19° 25' 56.8"	104° 02' 12.2"	872	14.5***	13	27
17	TECOMAN	18° 57' 19"	103° 50' 40.2"	26	57*	127	103
18	TECOMAN	18° 46' 31.4"	103° 45' 15.5"	10	28*	95	62
19	TECOMAN	19° 00' 24.3"	103° 52' 49.3"	95	16*	47	20
20	VILLA DE ALVAREZ	19° 17' 47.5"	103° 43' 16.2"	616	50	177	87
21	VILLA DE ALVAREZ	19° 15' 43.5"	103° 47' 05.4"	434	30	34	52
				SUMA	843	1893	1164.5

* Superficie de riego, **32 ha con riego, *** 0.5 ha con riego

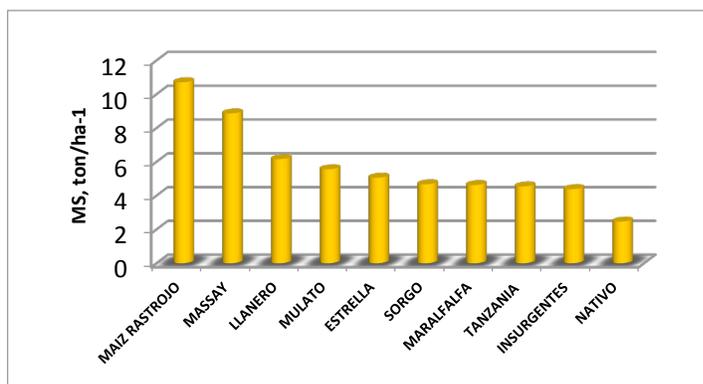
Producción y disponibilidad de MS: Las especies forrajeras presentes fueron el pastizal nativo compuesto de Grama (*Cynodon*), Pata de Gallo (*Chloris*), Pasto Burro (*Paspalum*) y Popoyote (*Echinocloa*), y especies introducidas como el pasto Llanero o

Andropogon (*Andropogon gaynus*) y el Estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus*) con el 82% de la superficie, el resto correspondió a otras especies como Insurgentes, Tanzania, Mulato, Maralfalfa, Sorgo forrajero y Maíz como rastrojo parado.

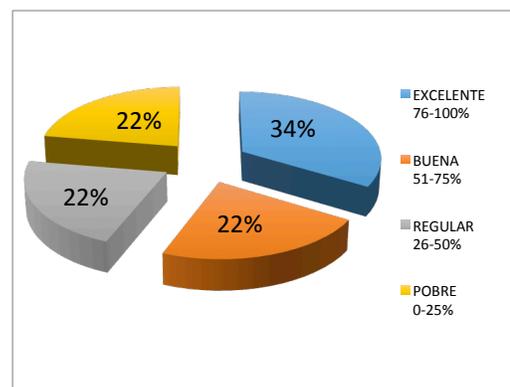
De acuerdo a los resultados, la disponibilidad de materia seca por UP, fue muy variable, dependiendo del manejo, condiciones de humedad, pendiente, distancia al agua y especie de pasto. El 52% de las UP presentaron disponibilidades menores a 50 t MS, lo cual indica que solo cuentan con forraje para mantener al menos 10 UA/año. El 28% de las UP disponen de 51 a 100 toneladas de materia seca, suficientes para mantener de 20 a 30 UA/año y solo el 33% de las UPP producen forraje para mantener más de 30 UA/año (Cuadro 1). Lo anterior confirma el grave sobrepastoreo reportado por Esqueda *et al*, 2011 y SEMARNAT, 2011, ya que solo se produce el 20% de la materia seca requerida, es decir solo se mantienen 236.3 UA año redondo

En la gráfica 1, se presenta la producción de forraje en materia seca (ton/ha^{-1}) para cada una de las especies presentes en los pastizales de Colima. La mayor producción de materia seca correspondió al Maíz como rastrojo parado (10.7 ton/ha^{-1}), junto con el pasto Guinea Massay con 8.8 ton/ha^{-1} , seguido de la mayoría de las especies que presentaron un rango de 4.3 a 6.1 ton/ha^{-1} , el menor rendimiento fue en el pastizal nativo, que produjo un promedio de 2.4 ton/ha^{-1} . Considerando que el 80% de la superficie de pastizal es de temporal, los rendimientos son aceptables, pero menores a los esperados en la etapa óptima de cosecha y sin perturbación del ganado (González y Yáñez, 2013); sin embargo, en los pastizales con riego, el rendimiento fue muy bajo, debido a las deficiencias en el manejo agronómico y del pastoreo. En términos generales, se observó que los pastizales de riego requieren mayores labores de rehabilitación.

Gráfica 1.- Producción de materia seca de especies muestreadas en las UPP



Gráfica 2.- Condición del pastizale en las UPP.



Condición del pastizal: En la gráfica 2, se presenta la condición del pastizal en los potreros muestreados. El 44% de la superficie, se encuentra en una condición regular y pobre, es decir menor a la media nacional (Esqueda *et al*, 2011 y Cantú, 1990), lo cual se relaciona estrechamente con un menor rendimiento de forraje por unidad de superficie y es un indicador de que se está aprovechando menos del 50% del potencial de estos pastizales, por consecuencia se requieren labores urgentes de rehabilitación.

En el mismo gráfico, se observa que el 56% de la superficie con pastizal, se encuentra en condición buena a excelente, es decir la población de especies deseables es mayor al 51% y hasta el 100%, sin embargo, no es un indicador de que se está produciendo y aprovechando el 100% del forraje, por tanto en estas superficies se demandan acciones inmediatas de manejo agronómico y del pastoreo en el pastizal.

CONCLUSIONES

En las áreas de pastoreo de las UP, aún predomina el pastizal nativo compuesto por especies como la Grama, Pata de Gallo, Pasto Burro y Popoyote. La condición del pastizal presenta un alto deterioro, ya que la presencia de plantas deseables para el ganado es baja. La disponibilidad de materia seca, solo es suficiente para mantener de 10 a 30 UA/UP, por tanto, en la mayoría de las UP, no se cuenta con forraje para cubrir la época crítica de la sequía, ya que en promedio cada UP cuenta con 56 UA, es decir un excedente de 20 UA.

LITERATURA CITADA

1. Esqueda CMH, Sosa REE, Chávez SAH, Villanueva AF, Lara RMJ, Royo MMH, Sierra TJS, González SA y Beltrán LS. 2011. Ajuste de carga animal en tierras de pastoreo. Manual para prestadores de servicios profesionales. SAGARPA-INIFAP-CENID Microbiología Animal. Folleto Técnico N° 4. ISBN 978-607-425-558-6 MX-0-310490. 06-11-00-09-05. Mayo de 2011.
2. González SA y Yañez MA. 2013. Guía sobre estrategias para mejorar los aspectos reproductivos y de alimentación pre destete de los becerros del sistema producto bovinos carne de Colima. Programa Integral de Capacitación- Inca Rural- SAGARPA-INIFAP-UTEP. Colima, Col. Diciembre, 2013.
3. Cantú BJE. 1990. Manejo de pastizales. Revisión Bibliográfica. UAAAN. Unidad Laguna. Departamento de producción animal. Torreón, Coah. Enero de 1990.
4. Reyes CP. Diseño de experimentos aplicados. 1984. Editorial Trillas. Tercera reimpresión. México, D.F. Octubre de 1984.
5. Vizcaíno VI, Ruíz CJA, Anguiano CJ, González AIJ y Zepeda MS. 2006. Recursos edafo-climáticos para la planeación del sector productivo del estado de Colima. Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA-INIFAP. Colima, Col. Noviembre de 2006.
6. Toledo JM. Manual para la evaluación agronómica. 1982. Red internacional de evaluación de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. ISBN 84-89206-12-0. Cali, Colombia. Julio de 1982.
7. SEMARNAT, 2008. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México, D.F. 357 p.
8. Holecheck JL, Pieper, RD y Herbel CH. 2004. Range Management. Principles and practices. Prentice Hall, Englewood Cliffs, USA.
9. PROGAN. 2010. Guía PROGAN para cumplir los compromisos de los beneficiarios. SAGARPA. Coordinación General de Ganadería. Estado de Quintana Roo.
10. Medina GG, Ruiz CJA y Martínez PRA. 1998. Los Climas de México. Una estratificación basada en el componente climático. Libro técnico Núm. 1. SAGAR-INIFAP-CIRPAC. 103 p.



V CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES
I CONGRESO EN CIENCIAS VETERINARIAS Y ZOOTÉCNICAS
"AMADO NERVO"
I REUNIÓN RED LATINA DE CIENCIA ANIMAL

PRODUCCIÓN ANIMAL

060 FACTORES DE CRECIMIENTO EN EL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCION GANADERA, EN LA REGIÓN DE LA COMARCA LAGUNERA

GROWTH FACTORS OF GROSS PRODUCTION VALUE OF LIVESTOCK FROM COMARCA LAGUNERA REGION

José Luíz Ríos Flores^{1*}, Marco Antonio Torres Moreno², Miriam Torres Moreno³, José Ruiz Torres¹, Miguel Ángel Mata Espinoza¹

¹Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 35230. e-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable).

²Universidad Autónoma Chapingo – Colegio de Posgraduados - Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Campus Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.

³SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar como el ingreso monetario animal⁻¹ y los efectos composición del hato, los rendimientos físicos animal⁻¹ y los precios influyeron sobre el Valor Bruto de la Producción (VBP) del sector pecuario en la Comarca Lagunera en 2011. Se utilizó la metodología de la Economía Descriptiva, con enfoques macroeconómico y estático-comparativo, al contrastar 2011 versus 1990. Se analizaron los datos estadísticos de la producción pecuaria de los subsectores: carne, leche y huevo para los años 2011 versus 1990. Los resultados obtenidos indican que el ingreso monetario por animal aumentó solo en tres especies: caprinos leche (de \$768 a \$2,070 animal⁻¹) y caprinos carne (de \$319 a \$750 animal⁻¹), y en bovinos leche (de \$39,129 a \$45,379 animal⁻¹), disminuyendo en los bovinos carne, cerdos, ovinos carne y aves carne, asimismo, que el VBP ganadero creció 129.6%, al pasar de \$10,759.86 a \$24,705.5 millones de pesos (constantes de 2012), y que la composición del hato y los rendimientos físicos fueron favorables al crecimiento económico, pues multiplicaron por 3.69 y por 1.01 veces el VBP que se habría tenido con sus efectos, pero que los precios reales, al caer estrepitosamente, hicieron disminuir el VBP en un 38%.

Palabras clave: ganadería, VBP, composición del hato, rendimientos, precios reales.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the monetary income per animal and the effects of herd composition, physical yields per animal and prices in the Gross Value of Production (GVP) of cattle in the Laguna Region in 2011. We used descriptive methodology of economics, macroeconomic approaches and static-comparative, when contrasting 2011 against 1990. We analyzed the statistical data of livestock production sub-sectors: meat, milk and eggs for 2011 versus 1990. The results indicate that monetary income per animal increased only in three species: goats milk (from \$ 768 to \$ 2.070) and goat meat (from \$ 319 to \$ 750), and bovine milk (\$ 39.129 to \$ 45.379 cow⁻¹), and decreased in the remaining five animal species (bovine meat, swine, sheep meat and poultry dish), also that the VBP livestock grew by 129.6%, from \$ 10759.86 to \$ 24705.5 million (constant June 2012), and herd composition and physical yields were favorable to economic growth, then multiplied by 3.69 and 1.01 times the GVP would

have had with their effects, but real prices to drop precipitously, VBP did decrease by 38%.

Key words: GVP, herd composition effect, yield effect, real price effect.

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional Escalante y Catalán (2005; 2007) mencionan que el sector agropecuario mexicano ha enfrentado transformaciones profundas durante las tres últimas décadas, caracterizado por cambios tecnológicos, y por nuevos esquemas organizacionales que han dinamizado el mercado (Escalante y Rello, 2000, Ibarra y Acosta, 2003) y los patrones de competitividad (Taylor, *et. al.*, 2005; Araujo, 2003; Taylor, 1997). Además de los aspectos sociales y políticos que han jugado un papel relevante en la orientación de las políticas públicas hacia el sector (Zermeño, 1996, Escalante, *et. al.*, 2007). Es posible identificar ciertas tendencias y patrones regulares en la producción agropecuaria, analizando una serie de tiempo por ejemplo, entre 2001 y 2007 Escalante y Catalán (2008), mencionan que el sector agrícola, contribuyó con 69% del valor sector agropecuario, manteniendo una tendencia ascendente con fuertes fluctuaciones, que han provocado que el valor de la producción reporte un magro crecimiento, con promedio anual de 0.2% entre 2001-07. En contraste, las actividades ganaderas muestran una expansión importante, a partir de 1997. Entre 2001 y 2007 el VBP ganadero creció 1.9%, contribuyendo con 24% del VBP agropecuario, manteniendo una evolución bastante estable en comparación al sector agrícola. Se observa que el sector agropecuario cada vez tiene menor importancia relativa en términos de producción, mientras el sector agrícola pierde dinamismo, la ganadería gana fuerza (Basurto y Escalante, 2010). En este sentido, el sector pecuario de La Comarca Lagunera se está reordenando, algunos subsectores están siendo desplazados en términos relativos y/o absolutos por otros subsectores. A pesar de la importancia de este tema en la región existe muy poca información acerca del tema. Por lo que el objetivo de este trabajo fue analizar la dinámica de los subsectores pecuarios, que permita determinar la tendencia de crecimiento, y que explique cuáles son las causas de tal variación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información. Se utilizó la base de datos obtenida de los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria de los ciclos 1990 hasta el 2011 editados por la SAGARPA en la Región Lagunera. Se empleó el Índice nacional de precios productor. Base junio 2012=100 para los sectores: Agricultura, cría y explotación de animales, para la deflactación de precios.

Delimitaciones y variables macroeconómicas evaluadas. El estudio se delimitó espacialmente, a la ganadería (leche, carne y huevo) de la Comarca Lagunera, y temporalmente a los años 1990 y 2011. La Comarca Lagunera se encuentra ubicada entre los 26° 51' 00" LN y 101° 51' 36", conformada por 15 municipios (Santamaría *et al.*, 2006). Las variables analizadas fueron; precio por unidad de producto ganadero, en términos reales (en pesos constantes del 2012), rendimientos físicos animal⁻¹, y rendimiento monetario animal⁻¹. Al analizarse los años, 1990 y 2011, se utilizó un enfoque económico del tipo *estático-comparativo* de la Economía Descriptiva (Astori 1984), empleando las siguientes formulas macroeconómicas:

VBP con el Efecto Composición (EC):
$$VBP_{EC} = \sum_{i=1}^n N_{1990} R_{2011} P_{2011}$$

VBP con el Efecto rendimiento (ER):
$$VBP_{EC} = \sum_{i=1}^n N_{2011} R_{1990} P_{2011}$$

VBP con el Efecto precios reales (EPR):
$$VBP_{EC} = \sum_{i=1}^n N_{2011} R_{2011} P_{1990}$$

Dónde: N= No. de animales sacrificados o en explotación, R= Rendimiento físico por animal y P= Precio real.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sector ganadero de la Comarca Lagunera, 2011 vs 1990. En conjunto, el número de animales sacrificados o en explotación que conforman el sector pecuario regional creció 269.45%, al pasar entre 1990 y 2011, de 52,019 a 192,184 millones de animales, lo que sugiere que el sector creció con una Tasa anual de crecimiento (TAC) de 6.12%. Durante los últimos 15 años, el sector ganadero en México ha crecido a un ritmo de 4% anual (SAGARPA, 2006), contribuyendo con el 24% del PIB agropecuario nacional. Este crecimiento, se ha impulsado por el dinamismo de la demanda interna. La actividad ganadera en el país ocupa aproximadamente 4.2 millones de empleos directos y 13 millones de empleos indirectos. En el subsector pecuario de la Comarca Lagunera la producción de carne mostró el mayor dinamismo dentro del subsector. En cuanto a la rama productora de leche se observa que esta se incrementó 27.99% pues según FIRA (2013), desde el 2011 se incrementó el financiamiento en la rama bovino lechero a través del programa Cadena de Valor. Se destaca que el subsector avícola de postura incrementó 47.43%, debido a que la región se encuentra libre de gripe aviar, lo que favoreció su crecimiento (Siglo de Torreón, 2012). Se destaca que el subsector cárnico está fuertemente influenciado por el sector avícola (SAGARPA, 2009; Gaucín, 2012).

Rendimiento físico animal⁻¹ del sector pecuario, Comarca Lagunera. El subsector bovino lechero incrementó el número de animales y productividad animal⁻¹, mientras que el caprino lechero paso de 108 a 455 L año⁻¹ con una TAC de 6.76%, este incremento sostenido de acuerdo con Escareño *et al.*, (2011), se ubican entre 1.50 y 5.69 ± 5.51 L día animal⁻¹. En el sector cárnico, incremento sus rendimientos animal⁻¹, observándose que la rama caprina contribuyo marcadamente con ese incrementó al crecer en 242.4% los rendimientos animal⁻¹. En menor medida, el ave para carne incrementó 23.6%. En México, la canal de pollo ha incrementado de 1.68 a 1.71 kg entre 1998-2008 (SAGARPA, 2009).

Precios reales Kg⁻¹, precios reales L⁻¹, Comarca Lagunera. Sin excepción todos los productos ganaderos redujeron sus precios reales en el período, las perdidas más marcadas fueron la disminución de 21.54% en ave de carne y 61.52% en huevo. Lo anterior, indica, que la caída de los precios del producto ganadero, tuvo un mal efecto sobre el VBP. Esta caída en los precios reales afecto la rentabilidad como consecuencia de los elevados costos de producción y los problemas de abastecimiento de granos y forrajes como insumo (FIRA, 2013). Mientras que Financiera Rural (2013) menciona

que el entorno mundial afectó los precios debido al aumento en los niveles de producción y una ligera disminución en el consumo.

Ingreso monetario/animal y VBP del sector entre 2011 vs 1990. El efecto de los rendimientos físicos animal⁻¹ *crecientes* en el hato ganadero de La Laguna fue aniquilado por el efecto *decreciente* de los precios reales, al reducir el ingreso monetario animal⁻¹ en 5 de 8 especies animales. En el sector cárnico, los caprinos incrementaron el ingreso animal⁻¹, de \$319 a \$750 año⁻¹, los bovinos de carne se redujo 17.3%, de \$6,235 a \$5,154 año⁻¹, los porcinos, disminuyeron 1.2% de \$2,592 a \$2,560, los ovinos mermaron su ingreso 56.1% de \$1,976 a \$868 año⁻¹, el ingreso ave⁻¹ carne disminuyó de \$54 a \$52 año⁻¹, las aves de postura perdieron 53.5% de \$472 a \$220 año⁻¹. Entre 1990 y 2011 el VBP del sector ganadero, incrementó 129.6% de \$10,759.86 a \$24,705.5 millones de pesos (constantes de junio de 2012), con una TAC=3.9 %. El subsector lácteo, incrementó 171.2%, de 4,143.82 a \$11,239.51, con TAC= 4.6%, mientras el sector cárnico creció 4.9% de \$4,153.37 a \$11,776.23 millones de pesos. El subsector cárnico es el que más aporta al VBP pecuario regional con 38.6% en 1990 y 47.7% en 2011, promovido principalmente por el sector avícola, mismo que a nivel nacional contribuye con 24% del VBP (PNP, 2012). La producción de huevo fue la única actividad que disminuyó 31.4% de \$2,462.67 a \$1,689.77 millones de pesos.

Efecto composición del hato del sector ganadero. Los cambios acontecidos en la composición del hato ganadero el periodo analizado, caracterizados por el incremento de las especies dedicadas a producir carne provocaron que el VBP incrementara de \$6,688 a \$24,705.5. Es decir; si en el 2011 se hubiera tenido la composición del hato que existía en 1990 el VBP habría sido \$6,688 millones de pesos, pero con el cambio en la composición del hato se obtuvieron \$24,705.5, es decir, el VBP fue 3.69 veces superior.

Efecto rendimiento físico/animal del sector ganadero. Aunque todas las especies incrementaron sus rendimientos físicos, ello repercutió en el VBP incrementándolo en 1%. En 2011 el VBP fue de \$24,705.5 millones de pesos, sin embargo, si se hubieran tenido los mismos rendimientos físicos que se tenían en 1990, el VBP se habría reducido a \$24,485.1 millones de pesos, lo que sugiere que la productividad física, por si sola manteniendo constante el efecto de la composición y los precios, elevó 1% el VBP ganadero en 2011.

Efecto precios del sector ganadero. El VBP ganadero se caracterizó por el marcado descenso en los precios de los productos, lo que tuvo efectos desastrosos en el VBP ganadero, ya que si en el 2011, se hubieran tenido los precios de 1990, el VBP habría sido de \$40,127.5, sin embargo al caer los precios en 2011 solo se generaron \$24,705.5 millones de pesos, es decir; fue 62% menor del que podría haberse alcanzado.

CONCLUSION

El VBP pecuario de la Comarca Lagunera depende directamente de los precios reales de los productos, en la medida en que los precios reales puedan mantenerse a lo largo del tiempo la región se verá beneficiada. A pesar de que los rendimientos físicos han incrementado y la composición del hato ha variado y eso ha influenciado directamente el desempeño del VBP, el efecto de los precios reales de los productos es determinante para la región.

LITERATURA CITADA

- Araujo C.** Non-agricultural employment growth and rural poverty reduction in Mexico during the 90s. *Working Papers*. Department of Agricultural and Resource Economics. University of California. Berkeley. 2003:1-18
- Astori D.** Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5ª edición. Siglo veintiuno editores. México. 1984.
- Basurto HS, y Escalante SR.** Impacto de la crisis en el sector agropecuario en México. *Revista Economía- UNAM* 2010; 9 (25): 51-73.
- Escalante R., Catalán H., Galindo L. y Reyes O.** Desagrarización en México: tendencias actuales y retos hacia el futuro”, Documento de trabajo, México. 2007.
- Escalante R., H. Catalán y L. Galindo.** “Evolución del producto de sector agropecuario mexicano, 1960-2002: algunas regularidades empíricas”, *Cuadernos Desarrollo Rural*. 2005; 54: 87-112.
- Escalante S., Rello R. y Rello F.** El sector agropecuario mexicano: Los desafíos del futuro. *Comercio Exterior*. 2000; 50 (11): 985-987.
- Escareño LMS, Wurzinger M, Pastor LF, Salinas H, Sölkner J, e Iñiguez L.** La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el norte de México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 2011; 17:235-246.
- Financiera Rural.** Perspectiva Agropecuaria. Primer trimestre 2013. Disponible en <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Reporte%20trimestral/Reporte-I-trimestre-2013-Financiera-Rural.pdf> . Acceso en Noviembre del 2013.
- FIRA.** Entorno económico y desarrollo de las cadenas de valor Convención Anual de la Cámara Nacional de Industriales de la Leche. Disponible en <http://www.canilec.org.mx/Convencion2013/Presentaciones/FIRA%20-%20Banco%20de%20Mexico%2013%20Septiembre.pdf>. Consultado 11 junio 2013.
- Gaucín D.** El PIB agropecuario en el 2012. *El economista. Agronegocios*. Martes 26 de febrero del 2013. México DF. 2013.
- Ibarra D. y Acosta A.** El dilema campesino. *Investigación económica*. 2003:151-220
- INEGI.** Índice Nacional de Precios Productor Junio de 2012. Boletín de Prensa Núm. 230/12. 9 de Julio de 2012 Aguascalientes, Ags. 2012.
- PNP.** Programa Nacional Pecuario 2007-2012. Disponible:<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Paginas/ProgNacPecuario.aspx>. Consultado 12 Noviembre 2013.
- Ríos FJL, Ruiz TJ, Gallegos SA.** Efectos de la composición del hato, rendimientos físicos y precios reales en la productividad monetaria por animal en el sector cárnico de 1990 a 2002 en el municipio de Gómez Palacio, Durango. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. 2006; 5 (1): 103-106.

SAGARPA. Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango, Cd. Lerdo, Dgo., México. 2011.

SAGARPA. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de pollo. Disponible: <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/SAGARPA/PerspectivaAve2009.pdf>. Consultado 23 Junio 2013.

Santamaría CJ, Reta SDG, Chávez GJF, Cueto WJA. Caracterización del medio físico en relación a cultivos forrajeros alternativos para la Comarca Lagunera. Libro Técnico No 2. INIFAP- Campo Experimental La Laguna. 2006.

SIGLO DE TORREÓN. Avicultura: Tendencia Dual. Resumen Comarca Lagunera, martes 1º de Enero del 2012. Torreón Coahuila. 2012.

Taylor, JB. A Core of Practical Macroeconomics. American Economic Review. 1997: 233-235.

Taylor JE., Mora J, Adams R y Lopez-Feldman A. Remittances, inequality and poverty: evidence from rural Mexico”, *Working Paper No. 05-003*, University of California. 2005.

Zermeño LF *Agricultura y crecimiento* (Tesis de maestría), México DF. Facultad de Economía, UNAM, México. 1996.

061 FACTORES DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE LA GANADERÍA LECHERA DE LA COMARCA LAGUNERA

DETERMINANTS FACTORS OF GROWTH ECONOMIC OF DAIRY SECTOR FROM COMARCA LAGUNERA

José Luís Ríos Flores^{1*}, Marco Antonio Torres Moreno², Miriam Torres Moreno³, Jose Ruiz Torres¹, Miguel Ángel Mata Espinoza¹

¹Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 35230. e-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable).

²Universidad Autónoma Chapingo – Colegio de Posgraduados - Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Campus Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.

³SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar como el ingreso monetario/ animal y los efectos composición del hato, los rendimientos físicos/animal y los precios influyeron sobre el Valor Bruto de la Producción (VBP) del subsector lácteo en la Comarca Lagunera en 2012. Se utilizó la metodología de la Economía Descriptiva, con enfoques macroeconómico y estático-comparativo, al contrastar 2012 contra 2002. Se analizaron los datos estadísticos de la producción de leche bovino y caprino, para los años 2012 versus 2002. Los resultados muestran que las Unidades Animal en la región aumentaron 10.6% en el periodo analizado, debido al incremento en el ingreso monetario por animal en ambas especies: bovino lechero (de \$28,499 a \$46,935 animal⁻¹) y caprino lechero (de \$1,272 a \$1,866 animal⁻¹), lo que elevó el VBP del subsector lácteo 24.1% al pasar de \$9, 653 a \$11,977 millones de pesos (constantes de 2012). Este incremento se debe particularmente a que la composición del hato y los rendimientos físicos fueron favorables al crecimiento económico, pues multiplicaron su valor por 1.15 y por 1.10 puntos porcentuales el VBP que realmente se habría obtenido, mientras que los precios reales del litro de leche hicieron decrecer el VBP en 2.0%.

Palabras clave: VBP, composición del hato, rendimientos físicos, precios reales.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the monetary income per animal and the effects of herd composition, physical yields per animal and prices in the Gross Value of Production (GVP) of dairy subsector in the Laguna Region in 2012. We used descriptive methodology of economics, macroeconomic approaches and static-comparative, when contrasting 2012 against 2002. We analyzed the statistical data of milk production from cattle and goats for 2012 versus 2002. The results indicate that monetary income per animal increased only in two species: dairy cattle (from \$ 28, 499 to \$ 46, 935 animal⁻¹) and dairy goats (from \$ 1,272 to \$ 1,866 animal⁻¹), which increased the VBP from dairy sector 24.1% going from \$ 9, 653 to \$ 11, 977 millions of pesos (constant of 2012). This increase particularly because the herd composition and physical performance were favorable to economic growth, because its value multiplied by 1.15 and 1.10 percentage points for the GVP really would have been obtained, while the real price of a liter of milk

did decrease the VBP 2.0%. Key words: GVP, herd composition, physic yield, price effect.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la actividad agropecuaria ha desempeñado un papel importante en el crecimiento económico de México al proveer alimentos, materias primas, capital y mano de obra al sector industrial y servicios (Terrones y Sánchez, 2010). Según datos de FAO-SAGARPA, (2012) la producción mundial de leche durante 2011 fue de 730.1 millones de toneladas métricas, lo que representó un crecimiento del 2.31 % con respecto 2010. Estimando para el 2012 un crecimiento del 2.7%, por lo que la producción mundial llegaría a los 750.1 millones de toneladas. Estos valores se refieren a la producción de leche de las diferentes especies pecuarias productoras de leche en el mundo. La importancia económica y social del sector lácteo es cada vez mayor debido a la mayor demanda de leche y sus derivados (FAO-FEPALE, 2012). En México durante las dos últimas décadas el Producto Interno Bruto Agropecuario (PIBA) ha crecido 2% año⁻¹ (AGROPROSPECTA, 2010; SAGARPA, 2012), entre 2011 y 2012 creció a un ritmo de 1.5% anual, produciéndose un total de 11, 036,506 ton, de las cuales el 98.58% corresponde a leche bovina, y el 1.42% corresponde a leche caprina (SIAP, 2012). Jalisco y la Región Lagunera generan 1/3 parte de la producción de leche bovina SAGARPA, (2013), y 65% de leche caprina (Gómez *et al.*, 2009). La Región Lagunera genera 2, 269,093.36 ton, generando \$11, 977, 337.60 miles de pesos (SIAP, 2012a). En el sector lácteo mexicano confluyen una serie de cambios por lo que es necesario el análisis con mayor grado de entendimiento los actores implicados. Para lograrlo se requiere detectar los factores que limitan el despegue del sector (Morejón *et al.*, 2012). Por lo que la determinación de los factores si no su variación a través del tiempo será de suma importancia en tanto que ello determinara el escenario futuro del subsector lácteo en la Región Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información. Se utilizó información del subsector lácteo de la Región Lagunera publicada en los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria del periodo 2002 y 2012 editados por SAGARPA en la Región Lagunera. Para la deflactación de precios se empleó el Índice nacional de precios productor (INEGI, 2012).

Metodología económica empleada y variables evaluadas. El estudio se delimitó al subsector lácteo conformado por la especie bovina y caprina de la Región Lagunera, durante 2002 y 2012. Con la información de los Anuarios se elaboró una Base de Datos a través de la cual se analizaron las siguientes variables: precios del litro de leche en términos reales, y deflactados en pesos constantes del 2012, rendimientos animal⁻¹, rendimiento monetario animal⁻¹, productividad física animal⁻¹. Al compararse 2002 y 2012, se empleó análisis económico del tipo *estático-comparativo* (Astori,1984), utilizándose las siguientes formulas:

Indicador del Efecto de la composición del hato (EC):

$$EC = \frac{\sum_{i=1}^n N_{2012i} R_{2012i} P_{2012i}}{\sum_{i=1}^n N_{2002i} R_{2012i} P_{2012i}}$$

Indicador del Efecto de los rendimientos físicos (ER):
$$ER = \frac{\sum_{i=1}^n N_{2012i} R_{2012i} P_{2012i}}{\sum_{i=1}^n N_{2002i} R_{2002i} P_{2012i}}$$

Indicador del Efecto Precios Reales (EP):
$$EP = \frac{\sum_{i=1}^n N_{2012i} R_{2012i} P_{2012i}}{\sum_{i=1}^n N_{2012i} R_{2012i} P_{2002i}}$$

Dónde: N= No. de animales sacrificados o en explotación, R= Rendimiento físico por animal, P= Precio real.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características del subsector lácteo en la Región Lagunera. La evolución en el número de animales dedicados a la producción de leche muestra que el número de Unidades Animal (UA) incrementó 10.6% al pasar de 248,145 UA a 274,489 UA, con una TAC = 0.9%. El incremento en el número de animales provocó que la producción de leche incrementara 25.7% (de 1, 804,668 a 2, 269,094 L año⁻¹), con TAC=2.1%, este aumento se debió, al notorio aumento en la producción de leche bovina, al pasar de 1,732, 905 L año⁻¹, aumentó a 2, 198,846 L, (TAC= 2.2%), este marcado incremento se debe a que La Laguna, produce leche bovina bajo el esquema norteamericano, utilizando insumos en grandes cantidades, lo que implica obtener alta productividad vaca⁻¹; empleando ganado Holstein especializado, instalaciones y procesos productivos mecanizados (FIRA, 2014).

Por otro lado la producción de leche caprina disminuyó a un ritmo de TAC = -0.2%, al pasar de 71,763 L año⁻¹ a 70,248 L año⁻¹, debido a que la rentabilidad de la actividad es baja, derivada del mercado inseguro por estacionalidad de la producción, baja calidad de la leche, así como a la deficiente organización de los productores, y de la nula o insuficiente asistencia técnica a los rebaños (FIRA, 2014a). A pesar de esto la producción caprina es de suma importancia para los pequeños productores en zonas áridas y semiáridas (FAO, 2003), en México alrededor de 250,000 familias dependen de esta actividad (Orona *et al.*, 2013). Así mismo el análisis mostró que el VBP del subsector lácteo de la Región Lagunera se elevó, en términos reales, un 24.1% al pasar de \$9,653 a \$11,977 millones de pesos constantes de 2012, (TAC = 2.0%). A este aumento en el VBP lechero contribuyeron ambas ramas del subsector (bovino y caprino). Mientras la rama bovina de leche creció a TAC = 2.0% al pasar de \$9,384 a \$11,678 millones de pesos, la rama caprina aumento (TAC=1.0%) al pasar de \$268 a \$299 millones de pesos.

Rendimiento monetario animal⁻¹ y \$ L⁻¹. Con base en las cifras analizadas, se observa que los precios de la leche bovina y caprina entre 2002 y 2012, fue crecientes, mientras la leche bovina pasó de \$3.53 a \$5.31 L⁻¹, correspondiente a las determinadas por Brambila-Paz *et al.*, (2013), en tanto que en 2009 determinaron un precio de \$4.74 L⁻¹. También, mencionan que el precio mínimo que debería recibir el productor de leche en México, para reducir la importación de lácteos en el 2020, es \$ 6.44 L⁻¹. Por otro lado el precio por litro en ganado caprino pasó de \$2.43 a \$4.26 L⁻¹, aparentemente estas cifras indican que el precio al productor de leche bovina incrementó 50.6%, mientras el

caprino creció 75.1%, sin embargo al deflactar las cifras, es decir; al quitarle el efecto inflacionario que existió en este periodo se observa que en términos reales el precio por litro de leche bovina disminuyó 1.9% (TAC= -0.2%), mientras que el precio de leche caprina incrementó en un 14% (TAC=1.2%). En cuanto al ingreso monetario animal⁻¹, en términos reales se encontró que los 8,082 L año⁻¹ vaca⁻¹ en promedio para 2002, representó un ingreso real anual de \$43,768 vaca⁻¹, mientras en 2012 el ingreso real anual fue de \$46,935 vaca⁻¹, es decir; el ingreso real incremento 7.2% (TAC= 0.6%). En el caso de la actividad caprina lechera, fue más notorio el porcentaje en que se incrementó, al pasar de \$1,272 a \$1,866 cabra⁻¹, es decir; 46.6% mayor ingreso real (TAC=3.5%), este marcado incremento se debe a la creciente demanda de leche de cabra por Chilchota y Coronado (FIRA 2014a).

Efecto composición del hato productor de leche en el VBP. Como ya se mencionó en el apartado anterior el VBP de la Región Lagunera creció un 24.1% debido a las ramas bovino y caprina productoras de leche, mostrando que la producción de leche en La Comarca Lagunera depende casi en su totalidad de la rama bovino lechero. Se observa que si en 2012 se hubiese tenido la misma composición del hato lechero existente en el año base (2002), caracterizado por una proporción caprino: bovino igual a 1:1.02 versus 1:155 que realmente existió en 2012 el VBP habría sido igual a \$10, 456.8. Es decir; el VBP que realmente se generó en 2012, fue 15% superior (\$11, 977.3), al que se habría logrado de mantener la misma composición del hato que se tenía en 2002.

Efecto rendimientos físicos por animal en el VBP. Las dos especies analizadas (bovino y caprino), incrementaron su productividad física, sin embargo se vio fuertemente influenciada por los rendimientos caprinos, aun cuando la FAO (2003), menciona que tanto la producción de leche como de carne de cabra en México son marginales, al compararse con otras especies pecuarias, en la Comarca Lagunera la producción no es tan “marginal”. Así mientras el bovino lechero incremento la producción de leche en 9.3% al pasar de 8,082 L a 8, 837 L año⁻¹, el ganado caprino lechero incremento su rendimiento en 28.6% de 340 L a 438 L año⁻¹ en el periodo analizado. Este incremento en los rendimientos animal⁻¹ provocaron que el VBP realmente alcanzado en 2012 fuera igual a \$11,977.3 millones de pesos (constantes de 2012), es decir; 10% superior al VBP que se habría obtenido de haberse mantenido los mismos rendimientos que se tenían en 2002.

Efecto precios reales por animal en el VBP. La evolución de los precios reales por litro de leche, no fue favorable a la ganadería lechera regional, pues el precio de leche bovina cayó 1.9% mientras el litro de leche caprina incremento 14.0%. Sin embargo, debido al enorme peso relativo de la ganadería bovina lechera provoco que el VBP decreciera. El VBP realmente alcanzado fue \$11,977.3 millones de pesos, sin embargo, si en 2012, se hubieran tenido los mismos precios que existían en 2002, el VBP que se hubiera logrado habría ascendido a \$12,170.3 millones de pesos, es decir; el VBP habría sido 2.0% mayor. Y es que de acuerdo con FIRA (2014), los aumentos en el precio de la leche han sido menores que los incrementos en costos de alimentación y fuentes de energía.

CONCLUSION

El VBP del sector lácteo de la Comarca Lagunera depende directamente de los precios reales de los productos, en la medida en que los precios reales puedan mantenerse a lo largo del tiempo la región se verá beneficiada. A pesar de que los rendimientos físicos y la composición del hato han determinado el crecimiento del VBP, el efecto de los precios reales de los productos es determinante para la región.

LITERATURA CITADA

AGROPROSPECTA 2010. Reporte de Unidades Representativas de Producción Pecuaria. Disponible:

http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/LINEAMIENTOS%20AGRG/RE_2010_2_4.pdf Consultado 15 marzo, 2014.

ASTORI D. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5ª edición. Siglo veintiuno editores. México. 1984.

BRAMBILA, PJJ, Mora, FS, Rojas, RMM, Pérez, CV. El precio mínimo al productor primario de leche para reducir las importaciones de lácteos en México. Agrociencia. 2013; 47: 511-522.

FAO 2013. Livestock Sector Report México: Condiciones Estructurales, Evolución (1990-2000) y Perspectivas (2010, 2020, 2030). Disponible: http://www.fao.org/ag/againfo/resources/en/publications/sector_reports/lsr_MEX.pdf Consultado 10 febrero, 2014.

FAO-FEPALE. Situación de la Lechería en América Latina y el Caribe en 2011. Observatorio de la Cadena Lechera. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, División de Producción y Sanidad Animal. Santiago de Chile 2012.

FAO-SAGARPA. México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio Climático. Disponible: <http://www.sagarpa.gob.mx/programas2/evaluacionesExternas/Lists/Otros%20Estudios/Attachments/37/Cambio%20Climatico.pdf> Consultado 13 marzo, 2014.

FIRA. Red de Valor: Leche de Bovino en Coahuila. 2014. Disponible: <https://www.fira.gob.mx/OportunidadNeg/DetalleOportunida.jsp?Detalle=23> Consultado 04 mayo, 2014.

FIRA. Red de Valor: Caprinos en Coahuila. 2014a. Disponible: <https://www.fira.gob.mx/OportunidadNeg/DetalleOportunida.jsp?Detalle=43> Consultado 07 mayo, 2014.

GOMEZ GA, Pinos RJM, Aguirre RJR. Manual de Producción Caprina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 2009. Disponible: <http://www.cnsp.caprinos.org.mx/biblioteca/manuales/manualdeproduccioncaprinauaslp.pdf> Consultado 17 marzo, 2013.

INEGI. Índice Nacional de Precios Productor del 2012. Boletín de Prensa Núm. 230/12. 9 de Julio de 2012 Aguascalientes, Ags. 2012.

MOREJON SJM, Eliseo DH, Montejo CEC. Análisis de la competitividad de la cadena agroalimentaria del sector lácteo en las pequeñas y medianas empresas, en el estado de tabasco para la generación de un modelo de desarrollo. Congreso Internacional De Investigación 2012. Celaya, Gto., México, Noviembre, 2012: 2049-2208.

ORONA CI, Sangerman JDM, Antonio GJ, Salazar SE, García HJL, Navarro BA, Schwentesius de RR. Proyección económica de unidades representativas de producción en caprinos en la Comarca Lagunera, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2013; 4 (4): 625-636.

SAGARPA. Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango, Cd. Lerdo, Dgo., México. 2012.

SAGARPA 2013. Atlas agroalimentario 2013. SAGARPA-SIAP. Disponible: <http://www.siap.gob.mx/atlas2013/index.html> Consultado, 23 enero, 2014.

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre del Ciclo 2012. Disponible: <http://www.siap.gob.mx/resumen-nacional-pecuario/> Consultado 21 febrero, 2014.

TERRONES CA, Sánchez TY. Demandas de insumos de la producción agrícola en México, 1975-2011. Universidad y Ciencia. 2010; 26(1):81-91.

062 ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE CINCO MATERIALES NATURALES ANTE EL MEDIO RUMINAL (*IN VITRO*) CON POTENCIAL APLICACIÓN DE ADSORCIÓN DE GEI

STABILITY STUDY OF FIVE NATURAL MATERIALS IN RUMINAL MEDIUM (*IN VITRO*) WITH POTENTIAL APPLICATION OF GHG ADSORPTION

Valenzuela Castro Gabriela Edith, Cortés Palacios Leonor, Collins Martínez Virginia
Hidolina, Corral Luna Agustín, Pinedo Álvarez Carmelo

Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, Periférico Francisco R. Almada Km. 1 Tels. (614) 434 0363 y 434 0304 ext.15 Fax (614) 434 0345 Chihuahua, Chih., México. C.P. 33820. E-mail (gabrielavalenzuela@yahoo.com).

RESUMEN

El presente trabajo evalúa el comportamiento de cinco materiales naturales en fermentación *in vitro* simulando el proceso ruminal, con el objetivo de conocer si sucede un cambio físico o químico de cada material durante la prueba. La alta porosidad y capacidad de adsorción son las características que determinan la selección de los materiales que son: zeolita, arcilla, tierra diatomácea, carbón activado, y piedra pómez. El procedimiento consiste en obtener espectros de los materiales por difracción de rayos X previos y posteriores a una fermentación *in vitro* con duración de 48 horas a una temperatura de 39 °C. Durante la evaluación se adicionan los líquidos ruminal y salival así como un gramo del material. El monitoreo de la presión del sistema se realiza cada 5 minutos. Los resultados observados en las difracciones de rayos X mostraron que los materiales no sufrieron modificaciones en sus propiedades físicas y químicas ya que los picos característicos y la intensidad de los mismos fueron iguales, lo cual hace a los insumos seleccionados ideales para pruebas de adsorción posteriores. La variación de las presiones presentes en los materiales mostró diferencias mínimas lo cual sugiere una mayor investigación en el futuro.

Palabras clave: materiales porosos; gases de efecto invernadero; digestión ruminal; fermentación *in vitro*.

ABSTRACT

This work evaluates the performance of five natural materials during *in vitro* ruminal fermentation process in order to know if there is a physical or chemical change of each material during the test. The high porosity and adsorption capacity are the features that determine the selection of these materials: zeolite, clay, diatomaceous earth, activated charcoal, and pumice. The procedure is to obtain spectra X ray diffraction of these materials before and after an *in vitro* fermentation, this process works for a period of 48 hours at a temperature of 39 ° C. During the evaluation are added: the ruminal fluid, salivary and one gram of material. The pressure monitoring system is performed every 5 minutes. The results observed in the X-ray diffraction showed the materials do not changed in its physical and chemical properties because the characteristic peaks and intensity were the same, making these materials ideal for the subsequent adsorption

test. The variation of the pressure present in the materials showed minimal differences suggesting further research in the future.

Key words: porous materials; greenhouse gases; ruminal digestion; *in vitro* fermentation.

INTRODUCCIÓN

Los GEI (gases de efecto invernadero) se encuentran principalmente en la capa más baja de la atmósfera denominada tropósfera, colaborando en gran medida con el control de la temperatura en la tierra, a este fenómeno se le denomina “efecto invernadero”, el cual se encarga de facilitar las condiciones para el desarrollo de la vida en el planeta (SMA, 2014).

El metano (CH_4) y el dióxido de carbono (CO_2) forman parte de los denominados gases de efecto invernadero que en altas concentraciones han provocado fenómenos como el incremento de la temperatura y el cambio climático del planeta. Las emisiones de estos gases en la industria pecuaria son generadas principalmente por la cría de rumiantes como consecuencia de la creciente demanda de productos cárnicos y lácteos.

La generación de metano en el rumen es un proceso ineficiente que deriva en pérdidas de 2-12% de la energía bruta requerida durante su síntesis, repercutiendo de manera directa tanto en el animal como en el medio ambiente. Se estima que los microorganismos ruminales producen de 300-600 l por animal. Anualmente el ganado adulto, genera aproximadamente ochenta millones de toneladas al año. La emisión de metano a la atmósfera se suscita principalmente por el eructo del animal, existiendo una estrecha relación entre su volumen de producción y la cantidad y composición de alimentos consumidos (Sosa, *et al.*, 2007).

Es por ello que la comunidad científica se encuentra en búsqueda de soluciones para aminorar dicho problema. Una posible alternativa sería probar como aditivo en la dieta del rumiante algunos materiales porosos con alta capacidad de adsorción como lo son, algunas zeolitas, arcillas, diatomitas, pumitas y carbones activados, con la intención de absorber los gases generados e impedir así, su emisión a la atmósfera.

El presente trabajo consiste en la selección de materiales porosos, estables y capaces de adsorber gases como metano y dióxido de carbono, para exponerlos al medio ruminal y conocer si su fase cristalina es estable o se modifica bajo las condiciones del experimento, es decir, se estudia la resistencia al medio de los materiales propuestos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron los materiales: zeolitas, arcillas, tierras diatomáceas, carbón activado y piedra pómez, con el objetivo de determinar la estabilidad de su estructura cristalina al exponerlos al ambiente donde se desarrolla el experimento siendo la porosidad y la capacidad de adsorción las propiedades principales para su aplicación.

El fenómeno de adsorción es un proceso donde una sustancia se concentra en la superficie de un cuerpo sólido debido a la acción de fuerzas intermoleculares. La

adsorción se lleva a cabo dentro de la superficie porosa (Mat, *et al*, 2014) por lo que a mayor porosidad el área superficial se incrementa, ya que cada poro representa la posibilidad de que una molécula de gas se adhiera a la partícula.

El procedimiento de la prueba de resistencia al medio (o estabilidad química y física) consiste en dos pruebas: producción de gases *in vitro* y la obtención de los espectros por difracción de rayos X (o difractogramas) del material, antes y después de la prueba de gases. La primer prueba consiste en adicionar el material poroso a un proceso fermentativo basado en la técnica de producción de gases *in vitro* de Menke que reproduce el proceso ruminal (Mojica, 2010). La metodología determina el porcentaje de gas generado en una incubación como consecuencia de la degradación del alimento adicionado al medio, así como la proporción que el material poroso pueda adsorber en su superficie. Se realiza por duplicado en frascos equipados con sensores que detectan los cambios de presión y temperatura que se envía a una computadora vía radio frecuencia, donde los datos son procesados. Inicialmente, un gramo del material poroso y líquido ruminal se vierten en el frasco hasta un volumen aproximado del 25% de su capacidad total, también se preparan dos frascos más que fungirán como blancos con las soluciones pero sin material poroso, finalmente se ponen en agitación constante a 39 °C y 48 horas (Cattani, 2011). La segunda prueba se realiza para conocer los posibles cambios que se hayan suscitado en los materiales, se les hace una caracterización mineralógica por difracción de rayos X previa y posterior a la prueba *in vitro*, generando difractogramas. Ambos, para cada material, se comparan para determinar si existen modificaciones en la estructura cristalina del material al ser expuesto a las condiciones del rumen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presión del gas producto del proceso de fermentación, se monitoreó y registró cada cinco minutos durante las 48 horas del experimento con la intención de corroborar, si esta variable seguía una tendencia ascendente (Villegas *et al*, 2010), en la ilustración uno, se observa como los ejemplares siguieron este comportamiento, siendo la tierra diatomácea la que alcanzó presiones superiores (línea mostaza), mientras que el blanco fue el que generó menor presión (línea punteada), sin embargo aunque las diferencias observadas entre los materiales fueron mínimas, se sugieren nuevas pruebas para corroborar este comportamiento. La comparación entre difractogramas previos y posteriores a la prueba se realizó para encontrar posibles diferencias en los materiales. Los cambios que los gráficos podían presentar son; la aparición o desaparición de algún pico característico, así como su desplazamiento sobre el eje de las X (θ), además de cambios en la intensidad, esta última variable se observa en el eje de la Y en unidades porcentuales (Ávila *et al*, 2004). En el caso de las muestras de los materiales antes del experimento se les dio el nombre del material siendo el último lugar en las ilustraciones 2, 3, 4, 5 y 6. En el caso de las muestras expuestas al medio, se identificaron con los números del sensor asignado durante la prueba. A excepción del carbón activado (Ilustración 3) se presentaron dos difractogramas a comparar con el de la muestra inicial. Se puede observar como los picos importantes están presentes en el mismo sitio y con la misma intensidad en todos los gráficos (ilustraciones 2 a 6),

revelando que los materiales no sufrieron modificaciones por lo que se les puede clasificar como resistentes, característica importante para experimentos posteriores.

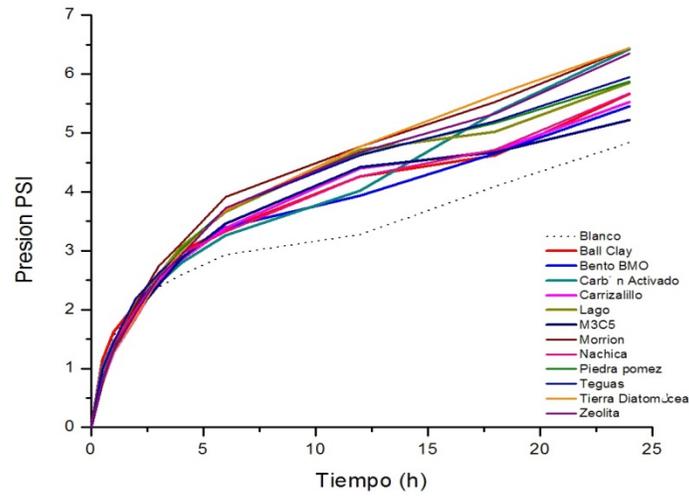


Ilustración 1. Isoterma de presión de los materiales sometidos a la prueba de resistencia al medio.

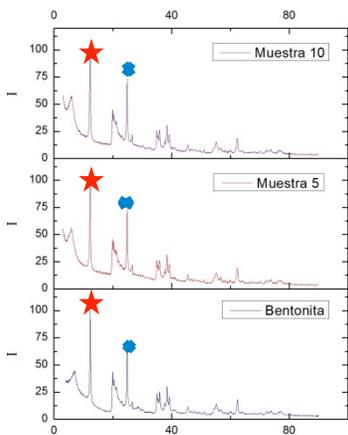


Ilustración 2. Arcilla Bentonita

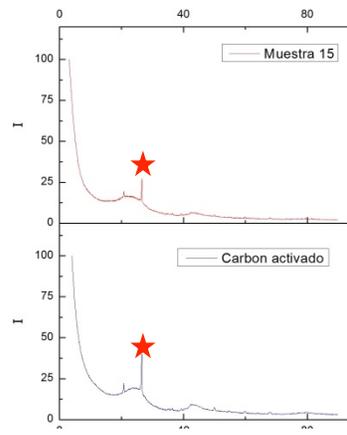


Ilustración 3. Carbón activado

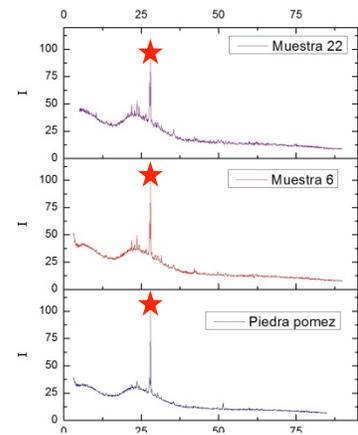


Ilustración 4. Piedra pómez

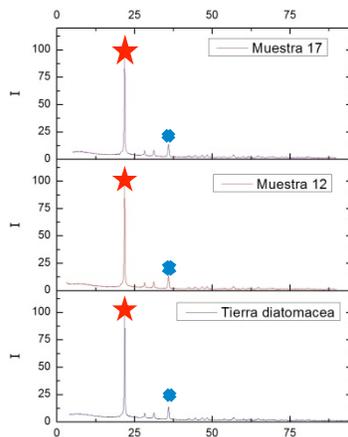


Ilustración 5. Tierra diatomácea

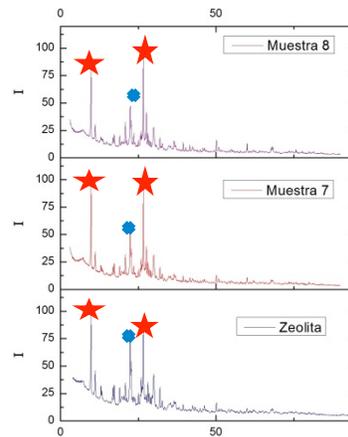


Ilustración 6. Zeolita

CONCLUSIONES

Las isotérmicas producto del monitoreo de la presión durante la prueba, mostraron una tendencia ascendente en todos los ejemplares así como en el blanco, indicando que la fermentación se realizó correctamente, sin embargo la variabilidad de la presión entre muestras fue mínima, por lo que se sugiere realizar pruebas futuras empleando alimento. Al evaluar los resultados de la caracterización de materiales, se observó que los picos principales presentes en los difractogramas previos a la prueba, coinciden con los de las muestras después del tratamiento, es decir, los picos principales, los que definen al material permanecieron en intensidad (eje Y) y se situaron a lo largo del eje horizontal a la misma distancia (θ), fenómeno que denota que la fase cristalina permaneció sin ninguna alteración, lo que significa que el material expuesto a las condiciones de la fermentación *in vitro* no sufrió cambios. Por lo tanto los materiales evaluados (zeolitas, bentonita, carbón activado, tierra diatomácea y piedra pomez) son estables al exponerse al ambiente presente en el rumen, característica que los posibilita a ser evaluados como adsorbentes de GEI.

LITERATURA CITADA

Ávila H, Cruz AM, Villegas M, Caballero AC, Rodríguez-Páez JE. Estudio comparativo de dos métodos de síntesis para la obtención de polvos cerámicos de ZnO-Pr₂O₃-CoO. Bol Soc Esp Ceram 2004; 43 (4) 740-744

Cattani M. *In situ* and *in vitro* techniques for studying rumen fermentations: methodology and applications [doctoral thesis]. Padua, Italia: University of Padua; 2011.

Mat H, Zakaria Z, Norddin M, Anam MN, Tan S M, George-Paou T. The development of adsorbent based natural gas storage for vehicle application. Department of Chemical Engineering Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering University Technology Malaysia; 2006.

Mojica M. Establecimiento y uso de la técnica de digestibilidad *in vitro* para evaluar nutricionalmente maíz forrajero [tesis de licenciatura]. Veracruz, México: Universidad Veracruzana; 2010.

Montoya S, Páez C. Documentación de la técnica de cromatografía de gases en el análisis de hidrocarburos alifáticos en aguas residuales [tesis licenciatura]. Pereira, Colombia: Universidad tecnológica de Pereira; 2012.

SMA. Secretaría del Medio Ambiente. Iniciativa ante el cambio climático en el Estado de México. Tlanepantla de Baz, Edo Mex, México 2009. Disponible: http://portal2.edomex.gob.mx/sma/cuida_medioambiente/cambio_climatico/groups/public/documents/edomex_archivo/sma_pdf_cam_clima_1.pdf. Consultado 28 Mayo, 2014.

Sosa A, Galindo J, Bocourt R. Metanogénesis ruminal: aspectos generales. Rev Cuba Cienc Agríc 2007; 41(2):105-114.

Villegas CM, Meneses MM, Miranda RLA, Loera CO. Producción de gas *in vitro* del cultivo sólido con hongos ligninolíticos. Montecillo, Edo Mex, México. Agrociencia 2010; 44: 917-929.

063 EFECTO DEL NÚMERO DE MUESTRAS EN EL DESARROLLO DE ECUACIONES DE CALIBRACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PROTEÍNA CRUDA DE PASTOS TROPICALES

EFFECT OF NUMBER OF SAMPLES IN THE DEVELOPMENT OF CALIBRATION EQUATIONS FOR ESTIMATING THE CRUDE PROTEIN OF TROPICAL PASTURES BY THE USE OF NIRS

Basurto Gutiérrez Ricardo¹, Ramírez Rodríguez Ericka¹, Jiménez Guillén Régulo², Juan Becerra Becerra¹

¹CENID FyMA-INIFAP, Ajuchitlán, Colón, Querétaro; CP 76280; (01)419-2920036 Fax ext102; basurto.ricardo@inifap.gob.mx. ²CE Iguala-CIR-Pacífico Sur-INIFAP.

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de reducir el número de muestras en la construcción de calibraciones (EQ) para estimar la proteína cruda (PC) de pastos tropicales, mediante el uso de espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). Se utilizaron muestras de dos estudios: del primer estudio (N = 940), estas se colectaron en diferentes zonas y se desarrolló una calibración general (CGEN; Basurto *et al.*, 2011) y del segundo estudio (N = 107), las muestras se generaron en un jardín experimental (grupo de validación externa, VEXT). Las muestras se analizaron para PC y fueron escaneadas con un espectrofotómetro FT-IR. Además de CGEN, se desarrollaron tres EQ (amplia, intermedia y reducida) con diferente número de muestras para el grupo de calibración, siendo 400, 200 y 100 muestras, respectivamente. Para la construcción de las EQ se utilizó el programa TQ Analyst. Con las EQ, se estimó CP de cada muestra de VEXT y luego los valores estimados se regresaron sobre los valores de laboratorio. Los resultados indican que según se reduce el número de muestras, se incrementaron los errores estándar (EE) de predicción (0.80, 0.82, 0.92 y 1.19) y las relaciones de EE de la validación cruzada/SD (0.26, 0.30, 0.34 y 0.37) de las EQ y decrecieron R² de las regresiones (0.90, 0.88, 0.86 y 0.62 para CGEN, extendida, intermedia y reducida, respectivamente). Se concluye que es posible utilizar entre 200 y 400 muestras para la construcción de calibraciones NIRS, sin gran pérdida de capacidad de predicción.

Palabras clave: Pastos tropicales, Proteína cruda, Espectroscopia

ABSTRACT

The goal was to determine the effect of reducing the number of samples in building of calibration equations (CEQ), by means of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS), to estimate the crude protein (CP) of tropical grasses. Two sets of samples were obtained: the first group (N=940) was constituted for samples collected in different tropical areas and were used to develop a general calibration (CGEN; Basurto *et al.*, 2011.) The second group (N=107) was generated in an experimental site (external validation group, EXTV). All samples were analyzed for PC and were scanned with a FT-IR spectrophotometer. Besides CGEN, three CEQs were developed (extended, middle and reduced) with different number of samples in the group of calibration (GC)

with 400, 200 and 100 samples, respectively. Once developed calibrations, CP was estimated for each sample of EXTV and then the estimated values were regressed over laboratory values. The results indicated as numbers of samples decreased, the determination coefficients (R^2) decreased (0.90, 0.88, 0.86 y 0.62) and standard error of prediction (SEP; 0.80, 0.82, 0.92 y 1.19) and ratio SECV (cross validation)/SD increased (0.26, 0.30, 0.34 and 0.37) for CGEN, extended, middle and reduced calibrations, respectively. We conclude that it is possible to use between 200 and 400 samples to build calibrations NIRS, without great loss of capacity of prediction.

Key words: Tropical grasses, Crude protein, Spectroscopy

INTRODUCCIÓN

Hay una buena cantidad de estudios que soportan que la espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS por sus siglas en inglés), es precisa para estimar la calidad nutritiva de los forrajes (Stuth *et al.*, 2003). Norris *et al.* (1976) lograron explicar hasta 98% de la variación del contenido de proteína cruda de muestras de pastos templados y de alfalfa. No obstante, uno de los principios básicos en el NIRS, es que las muestras que serán utilizadas para el desarrollo de las calibraciones deberán cubrir el rango del nutriente de la población objetivo (Mark, 1991), por lo que se requiere colectar y analizar un rango amplio de muestras. Abrams *et al.* (1987) concluyeron que para obtener calibraciones con el menor error estándar de validación se requería entre 200 a 470 muestras para el desarrollo de las calibraciones. Posiblemente el costo de los análisis limitó el número de muestras que se utilizan para el desarrollo de calibraciones, por lo que, diversos estudios han utilizado posiblemente un número reducido de muestras (Cajarville *et al.*, 2004; Ramírez *et al.*, 2005; Sandoval-Mejía *et al.*, 2008). Por lo que, el objetivo fue determinar el efecto del tamaño del conjunto de muestras utilizadas en la calibración para estimar el contenido de proteína de pastos tropicales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para conducir este estudio, se obtuvieron muestras de dos diferentes estudios. El primero estudio (Basurto *et al.*, 2011), se colectaron muestras de pastos de cinco edades de rebrote (28, 42, 56, 70 y 84 días) y en cuatro períodos de crecimiento en Chiapas, Nayarit, Guerrero y Tabasco. Las muestras incluían las siguientes clases de pastos: Bermuda, Bigalta, Chontalpo, Colocho, Estrella de África, Guinea-Tanzania, Humidicola, Llanero, Mulato, Pangola y Pará. Las muestras se obtuvieron de áreas de exclusión (2.5 x 2.5 m) instaladas en praderas establecidas y bajo pastoreo. Las muestras del segundo estudio provenían del jardín experimental del CE "Iguala", ubicado en Iguala, Guerrero y fueron obtenidas en tres diferentes edades de rebrote (42, 63 y 84 días). Este grupo se consideró como el conjunto para la validación externa. Las clases de pastos del segundo estudio fueron: Llanerito, *Brachiaria* híbrido, Pará, Mombaza, Tanzania, Llanero, Insurgente, Estrella de África, Señal, Zacatón, *Brachiaria humidicola*, Aruana y Mulato II. Todas las muestras fueron molidas a través de una criba de 1mm y analizadas para proteína cruda (Nitrógeno x 6.25) de acuerdo al AOAC (2000) en el laboratorio del CENID-FyMA, respectivamente. Asimismo, se obtuvo el espectro con el uso de un espectrofotómetro FT-IR Nicolet 6700 (Thermo Fisher Scientific, Inc) en el rango espectral entre 4000 a 9000 ondas/cm y con una resolución

de 4 nm. Se utilizó el programa computacional OMNIC 8.0 (Thermo Scientific Inc.) para el control del espectrofotómetro y para la conversión de los datos de absorbancia a log (1/Reflectancia) de las muestras. Cada espectro fue almacenado en este formato (log/1/R). Para el desarrollo de las calibraciones, se utilizó el programa TQ Analyst v8.0. El tratamiento matemático de los datos incluyó el uso de un modelo estadístico de cuadrados mínimos parciales modificados, la primera derivada y el uso del filtro de Savitzky-Golay para suavizar el espectro (Shenk y Westerhaus, 1993). Este filtro se estableció para realizar una regresión polinomial local de tercer orden (cúbica) sobre fragmentos de nueve puntos espectrales. Se utilizó la calibración general desarrollada por Basurto *et al.* (2011) con el uso de 940 muestras, las cuales se dividieron en dos grupos: un grupo de calibración y otro grupo de validación. La selección de la ecuación de calibración se basó en los siguientes estadísticos: maximización del coeficiente de determinación de la calibración (R^2_{cal}) y en la minimización de los errores estándar de la calibración (EEC), de predicción (EEP) y de la validación cruzada (EEVC). Además, si la Tasa (EEVC/Desviación estándar (DS) de la proteína cruda en el total de las muestras) > 0.33, se consideró que la ecuación de predicción tiene bajo poder de predicción o falta de robustez. El programa TQ analyst contiene un algoritmo llamado “Estrategias de máximo y mínimo” que utiliza permite reducir el número de muestras, basado en el análisis de componentes principales para eliminar muestras que sus espectros pueden ser redundantes. Se consideró que los espectros redundantes eran aquellos que tenía una distancia espectral menor a 0.2 (Thermo Scientific Inc). Así, se generaron tres calibraciones con diferentes número de muestras: amplia (400 y 160), intermedia (200 y 80) y reducida (100 y 40 muestras para los grupos de calibración y de validación, respectivamente). Para la calibración general se asignaron aleatoriamente las muestras al grupo de calibración y de validación. Una vez generadas las calibraciones, se estimaron el contenido de proteína cruda de las muestras del conjunto de validación externa. Los valores estimados se regresaron sobre los valores de laboratorio y se obtuvieron las regresiones de cuadrados mínimos y el coeficiente de determinación para cada calibración, utilizando el programa de Excel®.

RESULTADOS

En el Cuadro 1, se muestran los estadísticos para el contenido de proteína cruda de los conjuntos en el estudio. La mayor variación del conjunto del primer estudio, se puede deber a que las condiciones ambientales fueron menos controladas y, por otro lado, las muestras del segundo estudio provenían de un solo sitio experimental y bajo condiciones más controladas. El algoritmo encontró que un número importante de muestras era redundantes de acuerdo al criterio utilizado (0.2 de distancia espectral).

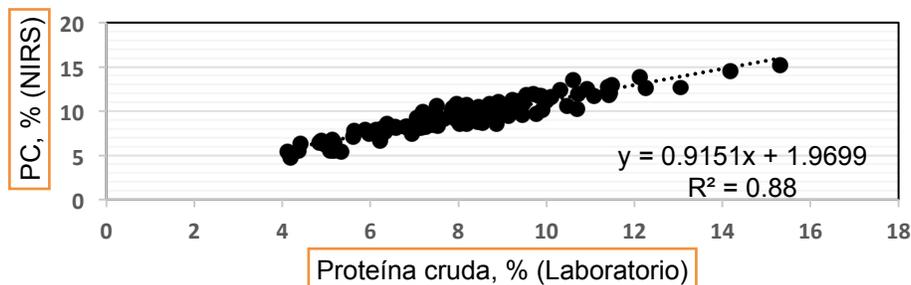
Cuadro 1. Estadísticos para proteína cruda de los conjuntos en el estudio.					
Conjunto	N	Promedio	DS	Mínimo	Máximo
Calibración general	940	8.03	3.05	2.71	20.67
Calibración amplia	550	7.98	3.07	2.85	19.70
Validación externa	107	8.23	2.12	4.14	15.30

En el Cuadro 2, se muestran los estadísticos para las diferentes calibraciones desarrolladas en este estudio. Los coeficientes de determinación de las ecuaciones se mantuvieron altos a través de la reducción del tamaño del conjunto de calibración. Sin embargo, se puede observar que los errores estándar de calibración, de predicción y de la calibración cruzada se incrementaron substancialmente con la reducción del número de muestras. El aumento del estadístico tasa es importante porque indica que la calibración va perdiendo poder de predicción, lo cual fue evidente con la calibración reducida.

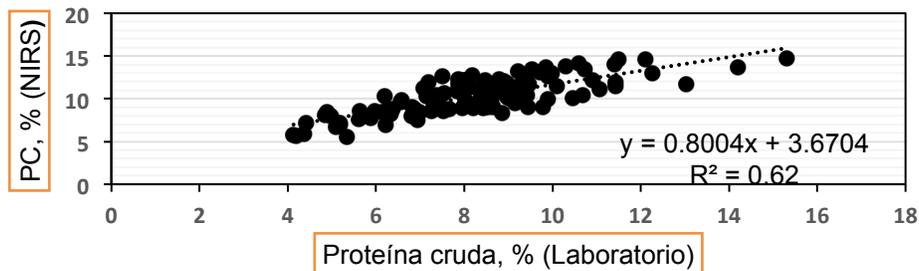
Cuadro 2. Efecto del tamaño del grupo de calibración en la construcción de la ecuación de predicción para estimar la proteína cruda de pastos tropicales.							
No muestras en el grupo de calibración	R^2_{cal}	EEC	EEP	R^2_{ECCV}	EEVC	Tasa	Factor
Ecuación general (675)	0.95	0.66	0.80	0.96	0.80	0.26	10
Amplia (400)	0.94	0.82	0.83	0.92	0.91	0.30	7
Media (200)	0.94	0.84	0.92	0.91	1.03	0.34	7
Reducida (100)	0.97	0.62	1.19	0.90	1.13	0.37	8

Los coeficientes de determinación de las ecuaciones de regresión de los datos estimados a través de los datos de laboratorio fueron 0.90, 0.88, 0.86 y 0.62 confirman como la reducción de las muestras utilizadas para el desarrollo de ecuaciones de calibraciones reducen la capacidad predictiva de las ecuaciones. Se muestran solo las gráficas para las regresiones de la calibración amplia (Gráfica 1) y de la calibración reducida. Se puede observar que el uso de solo 100 muestras para desarrollar la calibración NIRS es inadecuada cuando se trata de predecir muestras de diferentes poblaciones objetivo.

Gráfica 1. Validación de la ecuación de calibración amplia para estimar la proteína cruda de pastos tropicales.



Gráfica 2. Validación de la ecuación de calibración reducida (N=100) para estimar la proteína cruda de pastos tropicales.



DISCUSIÓN

La amplitud de los rangos obtenidos para proteína cruda es similar a los rangos reportados previamente (Minson, 1990; Sandoval-Mejía *et al.*, 2008), lo cual puede sugerir que se tiene un conjunto de muestras con la variabilidad suficiente para generar calibraciones adecuadas para estimar la calidad nutritiva de pastos tropicales. No obstante que el algoritmo indicó que había un número importante de muestras redundantes, el rango de la proteína cruda de la población muestra cubría el rango esperado de la población objetivo. Es necesario determinar los estadísticos (EEP, EEVC y Tasa porque muestran claramente cómo se va reduciendo la capacidad de predicción, lo cual no se ve claramente con R^2_{cal} y EEC).

Conclusión

Se concluye que es posible utilizar entre 200 y 400 muestras para la construcción de calibraciones NIRS sin gran pérdida de capacidad de predicción.

LITERATURA CITADA

- Abrams SM, Shenk JS, Westerhaus MO, and Barton FE. Determination of forage quality by near infrared reflectance spectroscopy: Efficacy of broad-based calibration equations. *J Dairy Sci* 1987; 70: 806-813.
- AOAC. Official methods of Analysis. 17th edition. Association of Analytical Chemist International. Arlington, VA; 2000.
- Basurto GR, Buendía-Rodríguez G, Ramírez RE, Barrón AM, Bustamante GJJ, Santos ER, Maldonado MJJ, González-Muñoz SS. Estimation of protein fractions of tropical grasses by near infrared reflectance spectroscopy. *J Anim Sci* 2011; 89: E-suppl. 1: 644 (Abstr W385).
- Cajarville C, Repetto JL, Curbelo A, Soto C, Cozzolino D. Estimating dry matter and crude protein degradability in forages by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) *Rev Arg Prod Anim* 2004; 24: 21-27.
- Mark H. Principles and Practice of Spectroscopic Calibration. Wiley Intersciences Publications, Ney York. 1999.
- Minson DJ. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, Inc., San Diego, CA; 1990.
- Norris KH, Barnes RF, Moore JE, Shenk JS. Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. *J Anim Sci* 1976; 43: 889-897.

- Ramírez RE, Anaya EMA, Mariscal LG. Predicción de la composición de grano de sorgo mediante espectroscopia en el cercano infrarrojo (NIRS). *Tec Pecu Mex* 2005; 41: 1-11.
- Sandoval-Mejía LA, Bueso-Uclés FJ, Veléz-Nauer M. Predicción nutricional para pastos tropicales por espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano. *Agronomía Mesoamericana* 2008; 19: 221-225.
- Shenk JS, Westerhaus M. *Analysis of Agriculture and Food Products by Near Infrared Reflectance Spectroscopy*. Monograph. Dept. Agronomy, Penn State University and Infracore International, Port Matilda, PA, USA: 1993:116.
- Stuth J, Jama A, Tolleson D. Direct and indirect means of predicting forage quality through near infrared reflectance spectroscopy. *Field Crop Res* 2003; 84: 45-56.

064 FERMENTACIÓN ÁCIDO LÁCTICA DE DESECHOS DE PESCADO ADICIONADOS CON CÁSCARA DE PIÑA

LACTIC ACID FERMENTATION OF FISH WASTE ADDED WITH PINEAPPLE SHELL

José Carmen Ramírez Ramírez^{1*}, Francisco Arce Romero¹, José Lenin Loya Olguín¹, José Armando Ulloa², Petra Rosas Ulloa² y Agapito Gómez Gurrola¹.

¹Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Compostela-Chapalilla Km. 3.5, C.P. 63700, Compostela, Nayarit, México. Fax 327 2771722 y 311 4561399

²Centro de Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la cultura Amado Nervo S/N, C.P. Tepic, Nayarit, México.

*Autor de correspondencia: cara_ram@hotmail.com

RESUMEN

Por medio de un diseño completamente al azar se formularon seis tratamientos para producir micro silos mezclando diferentes porcentajes de desechos de pescado, cáscara de piña, rastrojo de maíz, melaza de caña (9%) y como inóculo (4%) se comparó a *Lactobacillus* sp B2 con *Lactobacillus* aislado de desechos de mango. Los micro silos se mantuvieron bajo anaerobiosis y se incubaron a 30°C durante 14 días. La mejor acidificación se obtuvo a los 4 días de fermentación resultando mejor los ensilados con *Lactobacillus* sp B2 ($p \leq 0.05$). La humedad, minerales y lípidos fueron diferentes entre tratamientos ($p \leq 0.05$). Sin embargo, la proteína bruta (28.2%) no mostró diferencia significativa ($p \geq 0.05$). La FDN y FDA fueron superiores en los tratamientos con más rastrojo de maíz. La digestibilidad ruminal *in vitro* de la materia seca fue mejor en los ensilados con más desechos de piña y menos rastrojo de maíz ($p \leq 0.05$). Se recomienda evaluar los ensilados obtenidos en alimentación de rumiantes.

Palabras clave: Desechos de pescado, cáscara de piña, ensilados, proteína, alimento rumiantes.

ABSTRACT

Through a completely randomized design six treatments were formulated to produce micro silos mixing different percentages of fish waste, pineapple shell, corn straw, sugar cane molasses (9%) and as lactic bacteria inoculum (4%) compared to *Lactobacillus* sp B2 with *Lactobacillus* isolated from mango wastes. The micro silos were kept under anaerobic conditions and incubated at 30 °C for 14 days. After 4 days of fermentation best acidification was obtained being better silage with *Lactobacillus* sp B2 ($p \leq 0.05$). Moisture, minerals and lipids were different between treatments ($p \leq 0.05$). However, the crude protein (28.2%) showed no significant difference ($p \geq 0.05$). The NDF and ADF were higher in treatments with more corn straw. The *in vitro* ruminal digestibility of dry matter was better in silage with more pineapple waste and less corn straw ($p \leq 0.05$). It is recommended to evaluate the silage obtained in ruminants feed.

Key words: Fish waste, pineapple shell, silage, protein, ruminants feed.

INTRODUCCIÓN

Como derivados de la industrialización del pescado y de la piña se obtienen grandes cantidades de desechos que muchas veces son tirados, causando pérdidas importantes de nutrientes y serios problemas de contaminación ambiental (Barroga *et al.*, 2001; Del Mundo y Babel, 2007; Borghesi *et al.*, 2008). El ensilaje por fermentación ácido láctica (FAL) es una alternativa económica, no contaminante y viable para el aprovechamiento de esos desechos. La producción de ensilado de pescado por FAL consiste en adicionar a los desechos de pescado una fuente rica en carbohidratos, siendo la melaza de caña la más utilizada; sin embargo su precio sigue en aumento, lo que conduce a utilizar desechos de frutas como la piña. La fermentación es controlada al añadir un cultivo de bacterias lácticas que convierten los azúcares en ácido láctico, lo cual provoca la caída del pH a valores cercanos a 4 y de esa forma se activan las enzimas proteolíticas del pescado provocando su autólisis y la conservación del producto a temperatura ambiente (Ramírez-Ramírez *et al.*, 2008). El ensilado de pescado presenta un contenido elevado de aminoácidos esenciales (Vidotti *et al.*, 2003; Ramírez-Ramírez *et al.*, 2013), además sus proteínas son de alta digestibilidad y buen valor biológico, siendo un ingrediente atractivo en dietas para animales (Borghesi *et al.*, 2008; Santana-Delgado *et al.*, 2008; Zinudheen *et al.*, 2008; Al-Marzooqi *et al.*, 2010; Wicki *et al.*, 2012). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la cinética de acidificación láctica, composición química proximal y digestibilidad ruminal *in vitro* de la materia seca de ensilados de desechos de pescado adicionados con cáscara de piña.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fue diseñado un experimento con seis tratamientos cuyas fórmulas presentaron diferente contenido (%) de una mezcla de desechos de pescado, cáscara de piña variedad cayena lisa, rastrojo de maíz y melaza de caña (9%). Como inóculo se comparó una cepa de *Lactobacillus* aislado de desechos de mango en nuestro laboratorio contra *Lactobacillus* sp B2. Ambos cultivos se añadieron en un 4% (base húmeda) (Cuadro 1). Los micro silos fueron preparados al introducir 100 g de mezcla de cada tratamiento en bolsas de plástico color negro, se les aplicó vacío y se incubaron a 30°C para medir el pH y ácido láctico por triplicado durante 14 días de fermentación (Ramírez-Ramírez *et al.*, 2008). Fue seleccionado el tiempo al cual los ensilados alcanzaron la mejor acidificación para determinar su composición química proximal (AOAC, 2000), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (Tilley y Terry, 1963). Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente por ANDEVA para un diseño completamente al azar y las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Los análisis se realizaron con el paquete estadístico NCSS (2007).

Cuadro 1.- Ingredientes usados en la formulación de ensilados de pescado.

Ingrediente (%)	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Desecho de pescado	57	47	37	57	47	37
Cáscara de piña	15	30	45	15	30	45
Melaza de caña	9	9	9	9	9	9
Rastrojo de maíz	15	10	5	15	10	5
Inóculo	4 A	4 A	4 A	4 B	4 B	4 B

A = *Lactobacillus* aislado de desechos de mango.

B = *Lactobacillus* sp B2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los cuatro días de fermentación todos los ensilados presentaron la mejor acidificación con valores de pH entre 4.45 y 4.69 y de ácido láctico entre 2.78 y 3.80% existiendo diferencia significativa entre tratamientos ($p \leq 0.05$) (Figura 1). Estos valores concuerdan con otros reportes (Shirai *et al.*, 2001; Ramírez-Ramírez *et al.*, 2008) y son mejores que los de otras investigaciones (Zakaria *et al.*, 1998; Cira *et al.*, 2002).

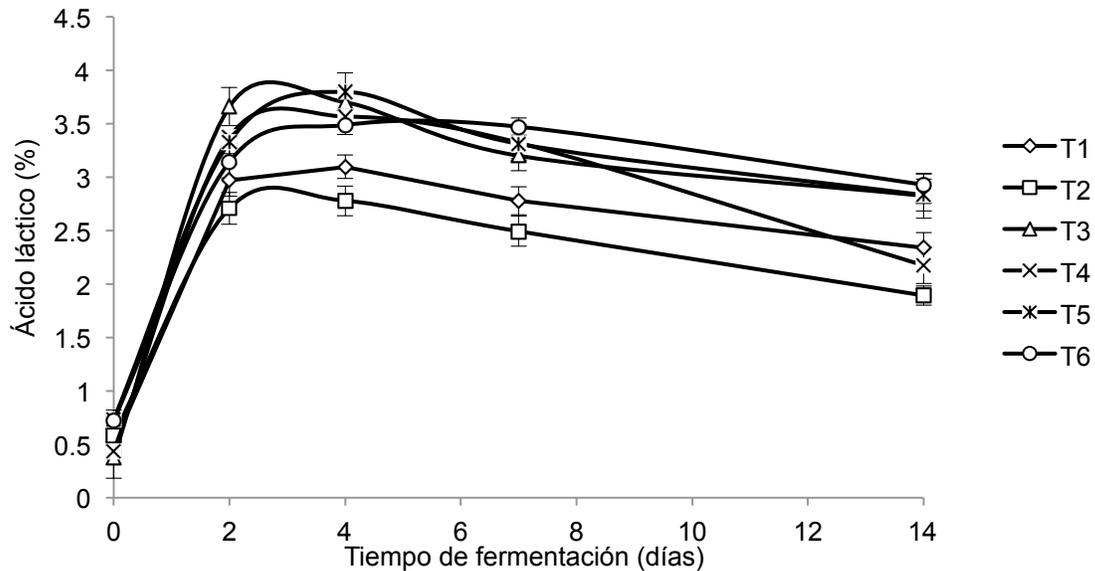


Figura 1.- Producción de ácido láctico en ensilados de pescado adicionados con cáscara de piña.

La cepa mejor acidificante fue *Lactobacillus* sp B2 comparada con *Lactobacillus* aislada de desechos de mango (Figura 1). Las diferencias mostradas se pueden deber a que *Lactobacillus* sp. B2 presenta un patrón homofermentativo; además, produce más ácido que otras bacterias lácticas (Shirai *et al.*, 2001). La composición química proximal se presenta en el Cuadro 2, donde se observa que la humedad de los ensilados fue diferente con valores entre 60.4 y 71.5% y el valor más alto lo mostraron los ensilados con más cáscara de piña ($p \leq 0.05$). Las cenizas y lípidos mostraron diferencia significativa ($p \leq 0.05$) y variaron de 11.7 a 14.5% (B.S.) y de 5.2 a 10% (B.S.), respectivamente. Sin embargo, el contenido de proteína bruta fue igual entre

tratamientos ($p \geq 0.05$) con un promedio de $28.2 \pm 1.8\%$ (B.S.) La FND y FAD mostraron rangos de 32 a 42% y de 17.9 a 24.6% (B.S.), respectivamente, resultando mayor en los ensilados con más rastrojo de maíz ($p \leq 0.05$). Por otra parte, la digestibilidad *in vitro* de la materia seca fue diferente estadísticamente con valores entre 76 y 82%, resultando más alta en los ensilados con mayor contenido de cáscara de piña y menos rastrojo de maíz ($p \leq 0.05$). Esto último es debido muy probablemente a la presencia de bromelina en la cáscara de piña, la cual mejora la hidrólisis proteínica, haciendo más digestible el ensilado (Gautam *et al.*, 2010).

Cuadro 2. Composición química proximal, FND, FAD y digestibilidad ruminal (%) de ensilados de desechos de pescado adicionados con cáscara de piña.

Trat.	(Cepa)	Humedad	Cenizas	Proteína bruta	Extracto etéreo	FND	FAD	Digestibilidad de M.S.
1	A	60.4±0.7 a	14.5±0.6 c	27.5±1.5 a	6.0±0.7 a	39.7±3.3 d	22.1±0.9 b	76.8±1.7 a
2	A	64.9±0.5 b	11.7± 0.3 b	26.5±1.9 a	5.2±0.6 a	41.9±2.4 d	22.7±1.7 b	76.2 ±1.1 a
3	A	71.5±1.3 b	12.5± 0.5 b	26.7±0.9 a	5.7±0.5 a	32.1±0.7 b	17.9±1.6 a	82.6±0.5 b
4	B	61.0±1.4 a	12.7±1.1 b	29.7±0.8 a	9.7±0.8 c	35.7±1.6 c	21.6±2.0 b	80.6±0.3 b
5	B	66.5±0.5 b	12.3± 1.4 b	27.8±3.0 a	8.0±1.0 b	37.5±2.4 c	24.6±1.5 b	82.9±5.2 b
6	B	71.1±1.5 b	12.9±0.7 b	31.0±3.6 a	10.0±0.8 c	28.0±0.9 a	18.4±0.8 a	80.3±3.1 a

A = *Lactobacillus* aislado de desechos de mango.

B = *Lactobacillus* sp B2.

M.S. = Materia seca

a,b,c,d: Valores con letras diferentes en cada columna presentan diferencia significativa ($p \leq 0.05$)

CONCLUSIONES

La cepa de *Lactobacillus* sp B2 fue mejor acidificante que *Lactobacillus* aislado de desechos de mango. Los ensilados mostraron un alto contenido de proteína, la cual puede ser aprovechada por este proceso. La tecnología aquí propuesta es económica, amigable al ambiente, ayuda a dar valor agregado a los desechos de pescado y piña, además puede contribuir a disminuir la contaminación ambiental en zonas costeras. Se recomienda realizar el escalamiento del proceso de producción y evaluar los ensilados en la alimentación de rumiantes con la finalidad de disminuir costos de producción.

LITERATURA CITADA

- Al-Marzooqi W, Al-Farsi M, Kadim I, Mahgoub O, Goddard J. The effect of feeding different levels of sardine fish silage on broiler performance, meat quality and sensory characteristics under closed and open-sided housing systems. *Asi Austr J Anim Sci.* 2010; 23(12):1614-1625.
- AOAC. Official Methods of Analysis 17th ed. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists; 2000.
- Barroga A, Pradhan R, Tobioka H. Evaluation of fish silage-sweet potato mixed diet with Italian ryegrass silage as basal ration on nitrogen utilization and energy balance in growing lambs. *J Anim Sci* 2001; 72(3):189-197.
- Borghesi R, Portz L, Oetterer M, Zyrino J. Apparent digestibility coefficient of protein and aminoacids of acid, biological and enzymatic silage for Nile tilapia (*Oreochromis Niloticus*). *Aquac Nut* 2008; 14(3):242-248.
- Cira LA, Huerta S, Hall GM, Shirai K. Pilot scale lactic acid fermentation of shrimp wastes for chitin recovery. *Proc Bioch* 2002; 37:1359-1366.
- Del Mundo D, Babel S. Heavy metals removal from contaminated sewage sludge by

natural fermented raw liquid from pineapple wastes. *Wat Sci Tech* 2007; 56(7):145-152.

Gautam SS, Mishra SK, Dash V, Goyal AK, Rath G. Comparative study of extraction, purification and estimation of bromelain from stem and fruit of pineapple plant. *Thai J Pharm Sci* 2010(34):67-76.

NCSS. Statistical Software <http://www.ncss.com/download/NCSS.html>, 2007.

Ramírez-Ramírez JC, Huerta S, Arias L, Prado A, Shirai K. Utilization of shrimp by-catch and fish wastes by lactic acid fermentation and evaluation of degree of protein hydrolysis and *in vitro* digestibility. *Rev Mex Ing Quím* 2008;7(3):195-204.

Ramírez-Ramírez JC, Ibarra JI, Arce F, Rosas P, Ulloa JA, Shirai K, *et al.* Preparation of biological fish silage and its effect on the performance and meat quality characteristics of quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Braz Arch Biol Tech* 2013;56(6):1002-1010.

Shirai K, Guerrero I, Huerta S, Saucedo G, Castillo A, González RO, Hall GM. Effect of initial glucose concentration and inoculation level of lactic acid bacteria in shrimp waste ensilation. *Enz Microb Tech* 2001;(28):446-452.

Santana-Delgado H, Avila E, Sotelo A. Preparation of fish silage of Spanish mackerel (*Scomberomorus maculatus*) and its evaluation in broiler diets. *Anim Feed Sci Tech* 2008; (141):129-140.

Tilley JMA, Terry RA. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J Brit Grass Soc* 1963; (18):104-111.

Vidotti RM, Macedo EM, Carneiro DJ. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. *Anim Feed Sci Tech* 2003; (105):199-204.

Wicki G, Merino O, Caló P, Sal F. Use of high content fish silage wet food in final growth out of Pacú (*Piaractus mesopotamicus*, Holmer 1887) in Northeast Argentina. *J Agric Sci Tech* 2012; 2(2 B):307-311.

Zakaria Z, Hall M, Shama G. Lactic acid fermentation of scampi waste in a rotating horizontal bioreactor for chitin recovery. *Proc Bioch* 1998; (3):4-11.

Zinudheen A, Anandan R, Ramachandran G. Effect of dietary supplementation of fermented fish silage on egg production in Japanese quail (*Coturnix coromandelica*). *Afr J Agric Res* 2008; 3(5):379-383.

065 PATRONES DE FERMENTACIÓN RUMINAL DE NOVILLOS EN PASTOREO

RUMINAL FERMENTATION PATTERNS BY GRAZING STEERS

Oswaldo Reyes Estrada^{1*}, Manuel Murillo Ortiz¹, Esperanza Herrera Torres¹,
Francisco Oscar Carrete Carreón¹ y J. Natividad Gurrola Reyes².

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. ²CIIDIR-IPN Unidad Durango.
*reyesosvaldo@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar los patrones de fermentación ruminal de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo en el norte de México. Para la obtención de las muestras se emplearon cuatro novillos fistulados de rumen (350 ± 3 kg PV). Se realizaron ocho periodos de muestreo con una duración de doce días cada uno, realizados durante la época seca (febrero, marzo, abril y mayo) y la época de lluvia (julio, agosto, septiembre y octubre). Los datos de los patrones de fermentación ruminal se sometieron a un ANAVA para un diseño de bloques completos al azar con mediciones repetidas. Las concentraciones de N-NH₃ registradas en la época de lluvia (11.5 mg/dL) fueron superiores a las observadas en la época seca (4.7 mg/dL) ($P < 0.01$). Las concentraciones de ácido acético (64.4 mol/100 mol) y butírico (7.1 mol/100 mol) observadas en la época seca, fueron superiores a las registradas en la época de lluvias ($P < 0.01$); mientras que las concentraciones de ácido propiónico (13.8 mol/100 mol) registradas en la época seca fueron inferiores a las observadas en la época de lluvia (16.6 mol/100 mol) ($P < 0.01$). Los resultados obtenidos en este estudio indican que los patrones de fermentación ruminal de novillos en pastoreo son afectados por la época del año.

Palabras clave: Novillos en pastoreo, Fermentación ruminal, N-NH₃, AGV.

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the ruminal fermentation patterns of the diet selected by grazing steers in north México. Four rumen cannulated steers (350 ± 3 kg BW) were used to obtain the samples. Eight periods of sampling twelve days each were performed during the dry season (February, March, April and May) and rain season (July, August, September and October). Data of ruminal fermentation patterns were analyzed using ANOVA for a complete randomized design with repeated measurements. Ammonia-N concentrations were higher in the rainy season (11.5 mg/dL) than the dry season (4.7 mg/dL) ($P < 0.01$). Acetate (64.4 mol/100 mol) and (7.1 mol/100 mol) butyrate acid concentrations were higher in the dry season than in rain season ($P < 0.01$); whereas propionate acid concentrations were (13.8 mol/100 mol) lower in dry season than rain season (16.6 mol/100 mol) ($P < 0.01$). The results obtained in this study indicate that ruminal fermentation patterns in grazing steers are affected by season of the year.

Key words: Ruminal fermentation, Ammonia-N, VFA, steers, grazing.

INTRODUCCIÓN

En gran parte de México la cría de ganado bovino se desarrolla generalmente bajo el sistema extensivo en pastizales nativos. Sin embargo, la cantidad y calidad del forraje disponible depende en gran medida de las condiciones ambientales, desafortunadamente el sobrepastoreo y las sequías prolongadas y frecuentes, ocasionan un descenso en la productividad de los agostaderos y por ende en los hatos ganaderos en gran parte con problemas relacionados con la nutrición del ganado. La suplementación alimenticia de los hatos ganaderos se ha convertido en una estrategia para reducir los efectos negativos del estado de tensión nutricional al que el ganado es sometido durante la época de estiaje para incrementar los bajos parámetros productivos y reproductivos. Por lo anterior, es prioritario evaluar los patrones de fermentación ruminal de la dieta. Sin embargo, la información relacionada en ganado en pastoreo en el norte de México es limitada (Juárez *et al.*, 2008; Murillo *et al.*, 2013). En el presente estudio se asume que los patrones de fermentación ruminal de la dieta de novillos en pastoreo son afectados por la época del año. En base a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar los patrones de fermentación ruminal 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 con una producción forrajera de 1796 kg de MS/ha, localizado entre los 104° 32' longitud oeste y 24° 22' latitud norte, con una altitud de 1938 m.s.n.m., clima BS₁K seco templado con lluvias en verano, con temperatura media anual y precipitación pluvial de 17.5°C y 450 mm, respectivamente (INEGI, 2003). La composición botánica del área de estudio se estimó por el área mínima de muestreo con puntos anidados (Franco *et al.*, 1985); siendo las especies de pastos dominantes: *Melinis repens* Willd (zacate rosado), *Chloris virgata* (zacate mota), *Bouteloua gracilis* (zacate navajita), *Aristida adscencionis* (tres barbas anual) y *Andropogon barbinodis* (popotillo plateado); mientras que las arbustivas fueron: *Acacia tortuosa* (huizache), *Prosopis laevigata* (mezquite), *Opuntia spp* (nopales), *Mimosa biuncifera* (gatuño) además de una gran variedad de hierbas anuales.

Se utilizaron 4 novillos fistulados del rumen de 350 ± 3 kg de PV. 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).

Los días 11 y 12 de cada periodo y antes del inicio del pastoreo (7:30 h) se tomaron 30 ml de líquido ruminal y se separaron submuestras de 10 ml para la posterior determinación de ácidos grasos volátiles (AGV) y de N-NH₃ (Abdelhadi y Santini, 2006). Concluido lo anterior, los animales salieron a pastorear y se repitió el procedimiento antes descrito a las 4, 8 y 12 h después de iniciado el pastoreo.

Los patrones de fermentación ruminal se sometieron a un ANAVA para un diseño de bloques completos al azar con mediciones repetidas en el que se incluyeron los efectos

de época, animal, tiempo del día y sus respectivas interacciones (Litell *et al.*, 1996). En el análisis de datos se utilizaron los procedimientos MIXED del SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a que no se observaron interacciones entre época del año y tiempo del día en los patrones de fermentación ruminal ($P>0.05$), únicamente se presentan los promedios a través del tiempo (cuadro 1). El valor más alto de pH ruminal se registró en la época seca (6.6) y fue diferente al de la época de lluvia (6.3) ($P<0.05$). Los valores de pH observados en el presente estudio se encuentran en rango aceptable para la óptima actividad microbiana ruminal (Elías *et al.*, 2006).

Las concentraciones de N-NH₃ en la época de lluvia (11.5 mg/dL) fueron superiores a las observadas en la época seca (4.7 mg/dL) ($P<0.01$). Esta diferencia es atribuida al contenido de PC de la dieta consumida en las dos épocas del año (Van Soest, 1994). Las concentraciones de ácido acético (64.4 mol/100 mol) y butírico (7.1 mol/100 mol) observadas en la época seca, fueron superiores a las registradas en la época de lluvias ($P<0.01$); mientras que las concentraciones de ácido propiónico (13.8 mol/100 mol) registradas en la época seca fueron inferiores a las observadas en la época de lluvia (16.6 mol/100 mol) ($P<0.01$). Estas diferencias son atribuidas a los contenidos de carbohidratos estructurales de la dieta consumida por los animales (Mendoza *et al.*, 2000). Las concentraciones de ácido acético, propiónico y butírico coinciden con las concentraciones reportadas por Choat *et al.* (2003). Las concentraciones de AGV menores fueron más elevadas en la época de lluvias ($P<0.01$). Los AGV menores se incrementan con el crecimiento y la floración y declinan con la madurez de los pastizales (Van Soest, 1994).

Cuadro 1. Patrones de fermentación ruminal de novillos en pastoreo.

	Época		EE±	Sig
	Seca	Lluvia		
pH	6.6	6.3	0.95	*
N-NH ₃ (mg/dL)	4.7	11.5	1.27	**
AGV totales, (mmol)	68.3	71.4	1.16	*
	mol/100 mol			
Acético	64.4	63.8	0.98	**
Propiónico	13.8	16.6	0.73	**
Butírico	7.1	4.8	1.10	**
AGV menores [†]	12.3	15.7	0.43	**

* $P<0.05$ ** $P<0.01$

EE± Error estándar; NS No significativa

[†]Isobutírico, isovalérico y valérico

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio indican que los patrones de fermentación ruminal de novillos en apacentamiento son afectados por la época del año. Durante la estación seca el ganado se encuentra bajo un estado de tensión nutricional ya que los aportes de N-NH₃ y AGV en líquido ruminal son bajos, lo que propicia bajos índices productivos de los hatos ganaderos.

LITERATURA CITADA

- Abdelhadi LO, Santini FJ. Corn silage *versus* grain sorghum silage as a supplement to growing steers grazing high quality pastures: Effects on performance and ruminal fermentation. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 2006; 127:33-43.
- Choat WT, Krehbiel CR, Duff GC, Kirksey RE, Lauriault LM, Rivera JD, Capitan BM, Walker DA, Donart GB, Goad CL. Influence of grazing dormant native range or winter wheat pasture on subsequent finishing cattle performance, carcass characteristics, and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 2003; 81:3191-3201.
- Elías A, Ruiz T, Castillo E, Hernández JB, Herrera R. Efecto del aumento de leguminosas rastreras en un pastizal nativo en la fermentación y fracciones nitrogenadas en el rumen de toros. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 2006; 40: 269.
- Franco LJ, De la Cruz G, Cruz A, Rocha A, Navarrete N, Flores G, Kato E, Sánchez S, Abarca G, Bedia C, Winfield L. *Manual de Ecología.* México: Editorial Trillas; 1985.
- Huntington GB, Burns JC. Afternoon harvest increases readily fermentable carbohydrate concentration and voluntary intake of gamagrass and switchgrass baleage by beef steers. *J. Anim. Sci.* 2007; 85:276-284.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México: Anuario Estadístico del Estado de Durango; 2003.
- Litell RC, Miliken GA, Stroup WW, Wolfinger RD. *SAS system for mixed models,* Cary NC: SAS Institute Inc; 1996.
- Mendoza RA, Judkins MB, Ackerman CJ, Balok CC, Holcombe DW, Bruce LB. Pretanned leather shavings in a supplement mixture for steers. II. Digesta kinetics, ruminal fermentation and grazing behavior in steers grazing dormant wheatgrass pasture. *J. Anim. Sci.* 2000; 78:735-741.
- SAS. *SAS User's Guide (Release 9.1)* Cary, NC. SAS Inst, Inc.; 2003.
- Van Soest PJ. *Nutritional Ecology of the Ruminant.* 2nd edition. New York, USA Cornell Univ. Press Ithaca, Academic Press; 1994.

066 EVALUACIÓN DEL HENO DE SOYITA (*Vigna radiata*) EN DIETAS INTEGRALES PARA BOVINOS EN CONFINAMIENTO

MUNGBEAN (*Vigna radiata*) HAY EVALUATION IN FEEDLOT DIETS FOR BEEF CATTLE

Ramiro A. Benavides González¹, Eduardo A Gonzalez Valenzuela^{1*}, Jaime Salinas Chavira¹, José Miguel Ávila Curiel²

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UAT, ²Campo Experimental Las Huastecas-CIRNE-INIFAP.

*Km 5 Carretera Victoria-Mante, Cd. Victoria, Tamps. eagonzalez@uat.edu.mx

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la respuesta de becerros estabulados a la inclusión del heno de soyita (*Vigna radiata*) en dietas integrales. Se utilizaron 27 becerros, distribuidas en tres tratamientos. El testigo (T1) fue una dieta convencional con soca de sorgo como fuente de fibra; los otros dos tratamientos consistieron en la inclusión de heno de soya en sustitución de la soca en un 50% (T2) y 100% (T3). El experimento tuvo una duración de 63 días. Se pesó cada 21 días para estimar la ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, índice de conversión alimenticia y la eficiencia alimenticia. Los datos se evaluaron con un análisis de varianza en un diseño completamente al azar. Hubo diferencia en ganancia de peso en el primer periodo de evaluación ($P < 0.05$) siendo el mejor el T1, en el último fueron iguales ($P > 0.05$). En cuanto al consumo de alimento, el T1 fue superior ($P < 0.05$). Para el índice de conversión alimenticia, en el primer periodo los T1 y T2 fueron superiores ($P < 0.05$) al T3; sin embargo, en el segundo periodo la mejor conversión se presentó en el T3, debido a una ganancia compensatoria. Los resultados muestran que la soyita puede ser una alternativa forrajera para Tamaulipas, utilizada como heno.

Palabras clave: Soyita, bovinos, confinamiento.

ABSTRACT

The study was carried out with the objective to evaluate the response of calves in feed lots to the inclusion of soybean hay. A total of 27 red brangus calves were used. First treatment (T1) used sorghum stubble as a source of rough forage, treatments 2(T2) and 3(T3) replaced sorghum stubble in 50 and 100%, respectively. The experiment lasted 63 days. Animals were weighed every 21 days to estimate the average daily gain, daily feed intake (offered and rejected), feed conversion, and feed efficiency. Data were evaluated by analysis of variance, with

a completely randomized design. Daily gain was different the first evaluation period ($P < 0.05$) with higher gain in T1, the last period were similar ($P > 0.05$). Daily feed intake difference was observed, T1 was higher. For feed conversion index, differences were detected; first period T1 and T2 were superior to T3. Second period T3 was better due to a compensatory gain. Results showed potential of mungbean as forage hay.

Key words: Mungbean, beef cattle, feed lots.

INTRODUCCIÓN

La soyita o frijol mungo es originario de la India. Es una leguminosa herbácea, anual, erecta, de alta productividad, con contenido de proteína en el follaje del 13% y en el grano 21% (Ligon, 1945). Producción de 4 a 6 toneladas de forraje con una duración del cultivo de 60 a 70 días, bajo temporal (Boe *et al.*, 1991).

Su principal uso en México es como grano; en Tamaulipas se cultiva en pequeñas áreas del municipio de Mante para la producción de germinados utilizados en la alimentación del humano, conocido de manera común como “germinado de soya”. Existe poca información de su uso en México para la producción animal. Se considera que tiene buen potencial en corrales de engorda como fuente de fibra y de proteína de buena calidad.

El objetivo del estudio fue evaluar la respuesta de becerros estabulados, a la inclusión de heno de soyita en dietas integrales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Se utilizaron 27 becerros de la raza brangus rojo con un promedio de 11 meses de edad y un peso promedio de 260 kg. Se les aplicó vía intramuscular vitaminas A, D y E, se desparasitó para el tratamiento y control de parásitos internos y externos. El tratamiento testigo (T1) fue una dieta convencional cuya fuente de fibra fue la soca de sorgo; los otros dos tratamientos consistieron en la inclusión de heno de soya en sustitución de la soca de sorgo en un 50% (T2) y 100% (T3), respectivamente. Las dietas fueron isoprotéicas (14% PC) e isoenergéticas (2.6 ED Mcal/ Kg). Los becerros estuvieron en un periodo previo de adaptación de 14 días; el experimento tuvo una duración de 63 días. Se pesó cada 21 días para estimar la ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento e índice de conversión alimenticia. Los datos se evaluaron por medio de un análisis de varianza, con un diseño completamente al

azar y pruebas de Duncan para hacer comparaciones de medias (Snedecor y Cochran, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ganancia diaria de peso se encontró diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$) en el primero y segundo periodo de evaluación (Cuadro 1). En el primer periodo, el T3 fue inferior debido a un error en la preparación del alimento durante una semana, en la que se añadió menor cantidad de melaza, por lo que disminuyó la gustocidad del alimento y en consecuencia los animales redujeron el consumo. Una vez corregido el problema, la ganancia fue superior en el T3 a los 42 días de evaluación, logrando más de 2 kg de ganancia/día/animal; esto se debe a un efecto conocido como ganancia compensatoria. Al final, todos los tratamientos lograron buena ganancia diaria de peso.

Cuadro 1. Ganancia diaria de peso (kg) de becerros estabulados alimentados con diferentes niveles de inclusión de soyita en la zona centro de Tamaulipas.

Tratamiento	21 días	42 días	63 días	Promedio
1	1.98 ^{a*}	1.46 ^b	1.64	1.69
2	1.44 ^b	1.40 ^b	1.91	1.58
3	0.51 ^c	2.14 ^a	1.28	1.30

*Valores dentro de las columnas con distinta literal son diferentes ($P < 0.05$)

En el consumo voluntario de alimento, también hubo diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$). El consumo de animales del T1 fue superior en todo el estudio con un promedio de 10.94 kg, siendo un 17% superior al T2 y 33% más que el T3 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Consumo diario de alimento (kg) de becerros estabulados alimentados con diferentes niveles de inclusión de soyita en la zona centro de Tamaulipas.

Tratamiento	21 días	42 días	63 días	Promedio
1	9.69 ^{a*}	10.75 ^a	12.37 ^a	10.94

2	7.57 ^b	8.80 ^b	11.61 ^b	9.32
3	6.26 ^b	7.92 ^c	10.38 ^c	8.18

*Valores dentro de las columnas con distinta literal son diferentes (P<0.05)

Respecto al índice de conversión alimenticia también hubo diferencia entre tratamientos (P<0.05). En el primer periodo los tratamientos 1 y 2 mostraron mejor índice que el T3 debido a la baja ganancia de peso durante los primeros 21 días de evaluación (Cuadro 3). Para el segundo periodo la mejor conversión fue para el T3, debido a la ganancia compensatoria.

Cuadro 3. Índice de conversión alimenticia de becerras estabuladas alimentadas con diferentes niveles de inclusión de soyita en la zona centro de Tamaulipas.

Tratamiento	21 días	42 días	63 días	Promedio
1	4.89 ^{b*}	7.44 ^a	7.53 ^a	6.61
2	5.29 ^b	6.55 ^a	6.12 ^b	5.98
3	12.60 ^a	3.75 ^b	8.72 ^a	8.35

*Valores dentro de las columnas con distinta literal son diferentes (P<0.05)

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que la soyita puede ser una alternativa forrajera para Tamaulipas, utilizada como heno en la alimentación de bovinos en pastoreo.

LITERATURA CITADA

- Boe, A., EK. Twidwell y KD. Kephart. 1991. Growth and forage yield of cowpea and mungbean in the Northern Great Plains. Can. J. Plant Sci. 71: 709-715.
- Ligon, L.L. 1945. Mungbean: a legume for seed and forage production. Oklahoma State University. Agric. Exp. Sta. Bull. 248.
- Snedecor, G. y Cochram W. 1980. Statistical Methods. Iowa State Univ. Press. Ames, IA.

067 SUPLEMENTANDO PECTINA EN BOVINOS: UNA POSIBLE VÍA PARA REDUCIR EL COLESTEROL EN CARNE

SUPPLYING PECTIN TO CATTLE: A POSSIBLE WAY TO REDUCE CHOLESTEROL IN MEAT

Cruz-Monterrosa Rosy¹, Ramírez-Bribiesca Efren², Guerrero-Legarreta Isabel³

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma ²Colegio de Postgraduados, ³Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

Av. de las Garzas 10, Colonia el Panteón, Lerma de Villada, Municipio de Lerma, Edo de México. C.P. 52005. Tel: 728282-7002

r.cruz@correo.ler.uam.mx

ABSTRACT

Possible the main drawback of red meat consumption is the high cholesterol content of this food. Health authorities recommend reducing the intake of saturated fats and cholesterol. Previous studies in different animal species, including humans, have shown that cholesterol concentration in blood decreases when pectin is included in the diet. However, no studies have been reported on pectin supplementation to cattle and its possible effect in reducing blood cholesterol, an indication of cholesterol reduction in striated muscles. The aim of this work was to explore possible reduction of cholesterol and total fat absorption in meat animals when pectin is supplied to the duodenum. Steers were supplied with pectin at three levels directly to duodenum through a cannula. Samples were taken daily during 5 days for cholesterol in blood, total fat and feces. Blood cholesterol significantly decreased ($P < 0.0001$) in 15.6, 18 and 27% for increasing pectin concentration (0.004, 0.02, 0.01%, respectively), whereas excreted total fat significantly increased ($P > 0.0001$) 10.5, 25.3, 19.9, 22.6 % for 0, 0.004, 0.02 and 0.01% pectin supply, respectively. It was concluded that supplying pectin decreased blood cholesterol and fat absorption in feces. These results were an indication of reduced cholesterol deposition the striated muscle. Therefore, cholesterol-reduced red meat can be produced by supplying pectin to cattle in a protected form, such as encapsulated, allowing this carbohydrate to reach the duodenum where it is absorbed.

Keywords: steers, pectin, cholesterol, digestion

RESUMEN

La probable principal desventaja del consumo de carne roja, es el alto contenido de colesterol de este alimento. Las autoridades sanitarias recomiendan reducir el consumo de grasas saturadas y colesterol. Estudios previos en diferentes especies animales, incluyendo seres humanos, han demostrado que la concentración de colesterol en sangre disminuye cuando la pectina se incluye en la dieta. Sin embargo, no se han publicado estudios sobre la suplementación con pectina al ganado y su posible efecto en la reducción de colesterol en la sangre, una indicación de la reducción del colesterol en los músculos estriados. El objetivo de este trabajo fue estudiar la posible reducción del colesterol y la absorción total de grasa en los animales de carne cuando la pectina se suministra al duodeno. Se suministraron tres niveles de pectina directamente a duodeno a través de una cánula, las muestras se tomaron diariamente durante 5 días

para medir el colesterol en la sangre, grasa total y heces. El colesterol en la sangre disminuyó significativamente ($P < 0,0001$) en el 15,6, el 18 y el 27% para aumentar la concentración de pectina (0,004, 0,02, 0,01%, respectivamente), mientras que la grasa total se incrementó significativamente ($P > 0,0001$) 10.5, 25.3, 19.9, 22.6% durante 0, 0,004, 0,02 y 0,01% de pectina suministrada, respectivamente. Se concluye que la pectina suministrada disminuyó el colesterol en sangre y en la absorción de grasa en las heces. Estos resultados indicaron reducción de la deposición de colesterol en el músculo estriado. Por lo tanto, el colesterol de la carne roja se puede reducir mediante el suministro de pectina al ganado en una forma protegida, tales como encapsulado, permitiendo que este hidrato de carbono pueda alcanzar el duodeno, donde es absorbido.

Palabras clave: Novillos, colesterol, pectina, digestión

INTRODUCCIÓN

Debido a la alta incidencia de las enfermedades cardiovasculares en México, el contenido de lípidos de los alimentos es un factor de gran importancia para médicos, nutricionistas y consumidores. Es por ello la preocupación en este estudio de reducir los niveles de colesterol y evitar la menor absorción de grasa en el organismo de los bovinos con el objetivo que repercuta favorablemente en la carne. La administración de pectina comercial no se ha dado a las dietas de los bovinos, la eficacia de la pectina para disminuir la concentración de colesterol en sangre se debe a la presencia de sustituyentes metoxilo lo que produce un gel viscoso (Ershoff, 1962); otros autores concluyen que el aumento de viscosidad en el intestino delgado, debido a la presencia de pectina, reduce la hipocolesterolemia (Kay, 1977), lo que ocurre al unirse a los ácidos biliares y facilitar su expulsión junto con las heces, y contribuye a la disminución del riesgo de aparición de diferentes enfermedades cardiovasculares (Jackson, 2007). Lin (1957) encontró que el suministro de pectina a ratas aumenta la excreción fecal de lípidos, colesterol y ácidos biliares. El objetivo del presente estudio fue estudiar el efecto del suplemento de pectina en la dieta sobre la concentración de colesterol en sangre y la excreción de grasa total en heces.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 4 novillos Holstein con un peso promedio de 462.5 kg, con cánula ruminal y duodenal, alojados en corraletas individuales de 2.42 x 3.74 m, el estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal del Colegio de Postgraduados. El alimento se suministró dos veces al día (7 y 19 horas), con un consumo aproximado total por día de 9.6 kg (MS). La dosis de óxido de cromo como marcador para medir la digesta se calculó en 0.4%. La dosis se dividió en 2 partes y se suministró en cada hora de comida directamente en la cánula ruminal, inmediatamente después de suministrar el alimento; el consumo de este elemento fue 38.41 g/día/animal. Se estudió el efecto de la pectina. Los cuatro becerros Holstein consumieron la dieta basal de heno de alfalfa. La estrategia experimental consistió en la aplicación de los siguientes tratamientos: 1. Dieta basal + cromo (marcador de digestibilidad), 2. Dieta basal + cromo + pectina en

dosis baja (0.004%).3.Dieta basal + cromo + pectina en dosis media (0.01%).4.Dieta basal + cromo + pectina en dosis alta (0.02%). Éstos se aplicaron en cuatro periodos. Cada periodo consistió en 10 días de adaptación y 5 días de muestreo. Los porcentajes de pectina se calcularon con base en el peso vivo del animal; los tratamientos fueron suministrados durante el periodo de adaptación y de muestreo. La pectina se introdujo al duodeno vía cánula. El líquido ruminal se colectó 3 h postprandial, en el primero y el último día de cada periodo experimental, extrayendo directamente de la cánula ruminal. Se obtuvieron 400 a 500 mL de cada becerro. La colección de muestras fecales y duodenales se llevó a cabo 1.5 h postprandial durante 5 días. Se tomaron muestras de sangre antes del periodo experimental, y en el último día de cada periodo. Cada muestra consistió en 10 mL, extraída de la vena coccígea por punción con agujas y tubos Vacutainer; los tubos contenían ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) como conservador. Las muestras fueron almacenadas en una hielera, a 4°C aproximadamente; se transportaron inmediatamente al Laboratorio de Nutrición Animal donde se centrifugaron a 3000 rpm por 4 min. Se observó que el plasma sobrenadante y el suero estuvieran transparentes, limpios y sin restos de hemólisis. Finalmente, el plasma se conservó a -20° C hasta su análisis. La extracción de grasas se realizó con un equipo Goldfish (Labconco, Nueva York, Estados Unidos), según la técnica reportada por AOAC (1990). El análisis se llevó a cabo en un equipo HPLC Varian (Australia) equipado con estación de bombeo (Varian Pro Star) y controlado por un software Galaxia; precolumna y columna Symmetry de fase reversa (C₁₈) de 15 cm de longitud, 3.9 mm de diámetro interno y 5 µm de tamaño de partícula, opera bajo condiciones isocráticas. El diseño fue Cuadro Latino 4 x 4: 4 novillos y 4 tratamientos (testigo, 0.004, 0.01 y 0.02% de pectina).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La digestión de nutrientes y absorción de pigmentos de la ingesta del alimento a heces (digestibilidad total), no se presentaron diferencias en la materia seca, materia orgánica, proteína y FDN, sin embargo es de notarse que el porcentaje de la digestión total de las grasas disminuyó ($P < 0.05$) con la infusión de pectina, aún en la menor dosis administradas directamente en el duodeno, las posibles razones pueden ser que la cantidad mayor de pectina infundida recubra la mayor parte del quimo alimenticio y dificulte la acción de los jugos gástricos, jugos biliares y pancreáticos que facilitan los procesos de absorción. Otra causa podría deberse a que la pectina se adhiera momentáneamente a epitelio vellositario y evite la absorción de las grasas. La concentración de colesterol, la cual disminuyó al aumentar el porcentaje de pectina incluida en los tratamientos ($P < 0.0001$, $r = -0.92$), el mecanismo por el cual la suplementación de pectina produce hipocolesteronemia no ha sido aclarado, aunque se sugiere que la pectina produzca un bloqueo en la absorción del colesterol o una disminución de la circulación entero-hepática, en ambos casos se interfiere con la absorción de ácidos biliares. Estos posibles mecanismos han sido estudiados en suero e hígado de ratas (Leveille y Sauberlich, 1988), en pollos (Erdman y col., 1986) y en humanos (Jenkins y col., 1975; Rock y Swendseid, 1992). Los resultados obtenidos en ratas indican que los niveles bajos de pectina en plasma e hígado son debido a la

inhibición en la absorción de los ácidos biliares y éstos a la vez reducen la absorción del colesterol (Rock y Swendseid, 1992)

CONCLUSIÓN

Hasta donde es de nuestro conocimiento, no se ha reportado previamente el efecto de la infusión de pectina en la reducción de colesterol hemático y excreción de grasa total en heces de bovinos. En este estudio se demostró que, en animales canulados, la pectina agregada en el duodeno captura a las grasas y disminuye el colesterol, posiblemente debido a un atrapamiento físico en el gel de pectina de alto metoxilo formado, aunque es posible que se produzcan interacciones hidrofóbicas entre la pectina y los lípidos. Este atrapamiento evita su absorción en el intestino y en consecuencia su posible acumulación en el organismo del animal, obteniendo una mejor calidad de la carne para beneficio de su consumidor. En futuros estudios se espera suministrar pectina en forma encapsulada, que evite su degradación por efecto microbiano.

LITERATURA CITADA

- Erdman W.J., Fahey C.G., Broich W.C. 1986. Effects of purified dietary fiber sources on β - carotene utilization by the chick. *Journal of Nutrition* 116:2415-2423.
- Ershoff B.H., Wells A.F. 1962. Effects of methoxyl content on anti-cholesterol activity of pectic substances in the rat. *Experimental Medical Surgery* 20:272-276.
- Jackson C.L., Dreaden T.M., Theobald N.M. 2007. Pectin induces apoptosis in human prostate cancer cells: correlation of apoptotic function with pectin structure. *Glycobiology* 17:805-819.
- Jenkins D.J.A., Leeds A.R., Newton C., Cummings J.H. 1975. Effect of pectin, guar gum and wheat fibre on serum cholesterol. *The Lancet* 305:1116-1129.
- Kay R.M., Truswell A.S. 1977. Effect of citrus pectin on blood lipids and fecal steroid excretion in man. *American Journal of Clinical Nutrition* 30:171-175.
- Leveille G.A., Sauberlich E. 1988. Mechanism of the cholesterol-depressing effect of pectin in the cholesterol-fed rat. *Journal of Nutrition* 88:209-214.
- Lin T.M., Kim K.S., Karvinen E., Ivy A.C. 1957. Effect of dietary pectin, 'protopectin' and gum arabic on cholesterol excretion in rats. *American Journal of Physiology* 188:66-78.
- Rock C.L., Swendseid M.E. 1992. Plasma β -carotene response in humans after meals supplemented with dietary pectin. *American Journal of Clinical Nutrition* 55:96-99

068 VALIDACION DEL USO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO ALIMENTO PARA BECERROS DESTETADOS

VALIDATION OF SUGARCANE UTILIZATION AS FEED FOR CALVES WEANED

Manuel Silva Luna¹, Mario Antonio Vega Loera², Cándido Enrique Guerra Medina³,
Alfredo González Sotelo¹ y Alejandro Yáñez Muñoz¹

¹INIFAP CE Tecomán, Colima. ²INIFAP CE Centro Altos de Jalisco, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. ³CUCosta Sur UDG, Puerto Vallarta, Jalisco.

silva.manuel@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se realizó un trabajo de validación del uso de la caña de azúcar con productores de ganado de la localidad Morelos municipio de Tomatlán, Jalisco, México. El objetivo fue validar el aprovechamiento de la caña de azúcar y determinar la ganancia de peso de becerros destetados cuya alimentación fue a base de caña de azúcar, la que se utilizó en dos formas: a) en ensilaje + inóculo hecho de yogurt natural, y b) en forma de harina de caña entera molida. Se evaluaron 12 becerros de diferentes razas (Charoláis, Suizo y Cebú) en dos etapas con una ración alimenticia de 3% peso vivo animal: la etapa 1 validó el alimento de ensilaje-inóculo + 1% de alimento balanceado (AB) con 16% de proteína y 1350 kcal/kg de energía, y se obtuvo una ganancia diaria de 0.620+0.144 kg/día en becerros de un peso inicial de 253±31 kg; la etapa 2 validó el alimento de harina de caña de azúcar + 1% de AB, y se obtuvo una ganancia diaria de 0.844+0.119 kg/día en becerros de un peso inicial de 305±30 kg. El consumo promedio del alimento con ensilaje por becerro fue de 10.6 kg, y el del alimento con harina de caña fue de 12.9 kg, por lo tanto, el consumo de harina de caña fue más eficiente ya que se obtuvo más carne/animal. En conclusión, se sugiere que el uso de la caña de azúcar entera en forma de harina podría ser una alternativa alimentaria para la estación seca, ya que permite incrementos de peso de moderados a sustanciales en becerros destetados.

Palabras clave: alimento, caña de azúcar, ensilaje, becerros destetados.

ABSTRACT

Validation work using cane sugar with livestock producers from Tomatlán Morelos, Jalisco, México was conducted. The objective was to validate the use of sugarcane and determine the weight gain of weaned calves whose feed was based on sugar cane, which was used in two ways: a) in silage + inoculum made from natural yogurt, and b) in flour made of whole chopped sugarcane. 12 calves of different breeds (Charolais, Brown Swiss and Zebu) were evaluated in two phases with a food ration of 3% live animal weight: in stage 1 silage feed-inoculum + 1% of balanced feed (AB) with 16% protein and 1350 kcal/kg of energy was validated, and a daily gain of 0.620+0.144 kg/day for calves from an initial weight of 253±31 kg was obtained; in stage 2 food meal sugarcane + 1% AB was validated, and a daily gain of 0.844 0.119 kg/day for calves from an initial weight of 305±30 kg was obtained. The average feed intake per calf silage was 10.6 kg, and food with flour cane was 12.9 kg, therefore, consumption of sugarcane meal was more efficient and more meat/animal was obtained. In conclusion, it is suggested that

the use of whole sugar cane into flour could be an fed alternative for the dry season, because it allows weight gains in calves in a moderate or substantial way.

Key words: feed, cane sugar, silage, calves weaned.

INTRODUCCIÓN

La cosecha de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en verde genera 30 t de biomasa por cada tonelada de caña cosechada. Las condiciones climáticas del trópico y subtropical seco presentan periodos alternos de lluvias y secas, este último periodo, puede ser hasta de 8 meses y para la ganadería se puede traducir en grandes pérdidas de peso acumulado durante las lluvias anteriores. En los sistemas de producción de México y Centroamérica la pérdida de peso de los animales en la época seca se presenta en forma cíclica, ya que los toretes de engorda no obtienen ganancias superiores a 200 g/día, sin embargo, becerros en desarrollo pierden peso y las vacas bajan la producción de leche a menos de 5 L/d (Minson, 1990). El uso de la caña de azúcar y sus subproductos como alternativa de alimentación, ya que esta es considerada como una excelente fuente de forraje y de energía para los animales, la cual se puede ofrecer al ganado en forma verde y picada durante todo el año o utilizarse en periodos de escasez de pastos (Pérez, 1995). Posteriormente autores como Savon (1999) generaron tecnologías para producir carne y leche con subproductos agroindustriales de regiones tropicales. A través del proceso de digestión la fibra puede degradarse más sencillamente, lo cual facilita el proceso de la digestión de los almidones, formando azúcares digeribles por las bacterias del rumen. Planteando como antecedentes que en el año 2010 México ocupó el 4to lugar a nivel mundial en la producción de caña de azúcar, que la producción de caña es una actividad de importancia económica en 15 estados del país con producciones promedio que van desde 60 a 80 t/ha donde Jalisco ocupó el 2° lugar nacional en la producción de caña de azúcar, y considerando que es un cultivo que se adapta fácilmente a distintos climas con una alta producción de biomasa a diferencia de otros pastos o cultivos, es posible considerar que es importante validar las tecnologías del uso y aprovechamiento de la caña de azúcar como alimento para ganado bovino con alimentos factibles de usar en los sistemas de productivos del país (SIAP, 2010).

OBJETIVO

Validar el uso de la caña de azúcar en la alimentación de becerros destetados y su efecto sobre la ganancia de peso.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó con productores de Morelos municipio de Tomatlán, Jalisco, Méx. Localizado a 19° 40' 40" de latitud norte y 105° 11' 9.7" de longitud oeste, a 13 msnm. La clasificación climática es trópico semiárido cálido con lluvias en verano, la precipitación pluvial promedio es de 600 mm distribuidos de julio a octubre y un rango de temperatura de 23 – 27.8°C (Ruiz *et al.*, 2003). Para el trabajo se emplearon las variedades de caña de azúcar ITV 92-1424 y Mex 79-431, seleccionadas por el tipo de hoja (más ancha y larga), tallo menos fibroso y menor cantidad de aguates. La caña de azúcar se usó en dos formas: ensilada con inóculo (ECAI) y en harina (HCA), se cortó con 10% de floración y 70% de humedad, después se trasladó cerca del silo. Primero se preparó el inóculo en un tambo de plástico de 200 L de capacidad; diluyendo 0.5 kg

de urea en 5 L de agua, se añadió melaza (10 kg) y se mezcló, en seguida se agregó yogurt (17 kg) y al final se mezcló todo en 72.5 L de agua, se tapó (permitiendo la entrada de aire) y se dejó reposar por 48 h. Se picó la caña con una picadora marca Nogueira DPM-4 con toma de fuerza al tractor, dejando partículas de 3 cm. Se preparó el silo tipo pastel, en un lugar con buen drenaje y en lo más alto del terreno (para evitar entrada de humedad), encima del suelo se colocó un plástico negro y sobre este se fue depositando la caña ya picada, se hicieron capas de 50 a 70 cm y con una regadera metálica se adiciono el inóculo previamente preparado en proporción de 20 L x t de caña molida y después se compacto mediante el paso de tractor sobre la caña molida. Finalmente el silo se tapó con un plástico negro y se le agregó una capa de tierra de 5 cm, además de llantas, postes de madera y piedras. Se conservó sin destapar durante un periodo de 30 días, y después de este periodo se abrió solo para tomar muestras para determinar el pH. Para preparar la harina de caña de azúcar (HCA) después de picar la caña (con el mismo molino), el material se extendió en capas de 10 a 15 cm sobre un patio de cemento, se volteó continuamente con un bieldo (dos o tres h por dos días), se le agregó 1.5% de minerales, 0.5% de urea, se distribuyó todo uniformemente y se extendió nuevamente dejando una capa con el grosor anteriormente mencionado revolviéndolo cada 4 o 5 h hasta que el material se secó, y por último todo el material se molió en un molino de martillos dejando partículas de aproximadamente 1 cm. La validación experimental de los alimentos se realizó con 12 becerros destetados de razas Cebú, Charoláis y Suizo con diferentes porcentajes raciales alimentados en comederos rústicos. La primera etapa evaluó primero con ensilaje de caña de azúcar inoculado y se complementó con un alimento balanceado con 16% de proteína y 1350 kcal/kg de energía (Cuadro 1), el peso inicial de los animales fue de 253 kg. El proceso fue de 90 días, más 10 días, de adaptación a cada alimento. Antes de iniciar los becerros fueron pesados, desparasitados (externamente e internamente), vacunados, vitaminados y se inició la toma de datos como: consumo de alimento y peso de becerros. En la segunda etapa se utilizaron los becerros de la etapa 1, solo que en esta etapa se alimentaron con la harina de caña preparada más el alimento de complemento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Alimento balanceado de complemento utilizado en becerros destetados.

Ingrediente	Cantidad (kg)	Costo* (\$/kg)
Sorgo molido	57	4.8
Salvado de trigo	20	4.25
Pasta de coco	20	5.3
Urea	0.900	9.0
Minerales quelados	0.100	120
Minerales orgánicos	2	6.0
Total	100	4.97

* Los costos corresponden al primer semestre del 2013

El alimento base de los becerros de la etapa 1 (ECAI) y de la etapa 2 (HCA) se suministró considerando el 3% del peso vivo del animal, y se ofreció en dos raciones al día (8:00 y 16:00 h) suministrando el 60% y 40% respectivamente. Así mismo en la misma proporción se le agrego el 1% del alimento de complemento. Por la mañana antes de servirles la nueva ración se recolecto el alimento residual, se peso, y con este valor se cuantificó el alimento rechazado, el alimento consumido, y las ganancias de

peso de los becerros, los cuales fueron pesados cada 22 días con 12 h de ayuno. Se proporcionó agua limpia y fresca a libre acceso en bebederos durante el experimento. Las variables evaluadas fueron: Consumo de alimento kg/animal , ganancia de peso/día y ganancia de peso/raza. Para analizar los datos se emplearon las técnicas de estadística descriptiva de media y desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las muestras tomadas en la etapa 1 en el alimento ECAI se registraron valores de pH ácidos con intervalos de 3.5 a 4.2 (3.85 ± 0.24), lo que indica que alcanzaron su estabilidad luego de los 30 días de fermentación, esto se corroboró ocho meses después y los valores fueron similares a los antes mencionados. Los valores de pH obtenidos son adecuados para obtener un buen ensilaje, esto indica que el inóculo agregado favoreció la fermentación láctica y evitó la formación de sustratos con alcohol, los valores obtenidos están entre los rangos señalados por Gutiérrez (2009), y también son similares a los reportados por Borges *et al.* (2011). Al cuantificar el consumo de ECAI ingerido por los becerros, se observó que en promedio cada animal consumió 8.8 kg/día al inicio y 12.5 kg/día al final del periodo, más los 2.5 kg del alimento balanceado que se adicionó a diario. Por otro lado, se apreció que el consumo de alimento cuando a los becerros se les proporciono HCA fue de 12.6 kg ms/día al inicio y al final de 13.2 kg ms/día, más 3 kg del mismo alimento balanceado adicionado cada día. Los registros de peso de los becerros indicaron que cuando consumieron ECAI junto con la dieta ofrecida la ganancia de peso fue de 627 g/becerro; mientras que cuando a los becerros se les ofreció la HCA hubo mayor ganancia de peso con 844 g/becerro, esto mostró que cuando consumieron ECAI obtuvieron 224 g/becerro menos, lo que reflejó una mayor conversión alimenticia cuando fueron alimentados con HCA más el alimento de complemento (Cuadro 2). Estos resultados obtenidos pueden estar sesgados, ya que al iniciar la validación los becerros fueron destetados y solo consumían la leche de la vaca, por lo que el cambio de dieta pudo ocasionar un estrés y como consecuencia disminuir la ganancia de peso; la inclusión de concentrados a una edad temprana aumenta la rapidez de la formación del epitelio y el crecimiento de los animales (Nocek *et al.*, 1984). En el mismo cuadro 2, se muestra la ganancia de peso/raza, y se encontró que los animales con cruza de razas europeas (Suizo y Charoláis) alcanzaron mayor rendimiento en g/día, tanto en el consumo de CAEI como en la HCA, sin embargo, es necesario indicar que los becerros con características fenotípicas de razas cebú mostraron menor aumento (desde 18 hasta 184 g/animal) lo que representa hasta un 15% de pérdida. Según Tobía *et al.* (2001) la melaza y pollinaza permite ganancias similares lo cual fue validado con toros mestizos cebú. Por otro lado la diferencia en las ganancias puede deberse a que la harina de caña resulto más digestible que el ensilado de caña, sin embargo, esto no debe ser atribuido solo a la dieta ingerida, ya que los becerros antes de la validación no estaban acostumbrados a la separación de la madre, al manejo, ni a alimento y algunos demoraron más en adaptarse al manejo, lo cual probablemente redujo el incremento de peso. En la segunda etapa de la validación los becerros manifestaron mejor su potencial genético, los resultados obtenidos son similares a los reportados por Arronis (2009) quien reportó incrementos de 780 g/día en becerros que fueron alimentados con harina de caña, pasto y *Cratylia* (planta arbustiva).

Cuadro 2. Comportamiento de becerros alimentados con caña de azúcar + alimento balanceado.

Tipo racial	Ensilado			Harina			Media
	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia kg/día	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia kg/día	
Charoláis (4) y Suizo (4)	242.7	284	0.627	290	330	0.907	0.767
Cebú (4)	274.3	314.8	0.609	319.8	351.8	0.723	0.666
Media	252.8	294	0.620	304.9	340.9	0.844	
D E	31	31	0.144	30	29	0.119	

() Número de becerros

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos sugieren que el uso de la harina de caña entera podría ser una alternativa alimentaria para la estación seca, ya que permite incrementos de peso de moderados a sustanciales en becerros destetados.

LITERATURA CITADA

1. Arronis V. Validación y Transferencia de Tecnología en Alimentación con Forrajeras de Alta Calidad en Sistemas Intensivos de Producción de Carne en la Región Brunca. FITTACORI INTA, 2009. Costa Rica.
2. Borges J, Bastardo Y, Sandoval E, Barrios M, Ortega R. Efecto de la adición de urea y el tipo de fermentación en la estabilidad de silajes de caña de azúcar (*Saccharum spp*). Zootecnia tropical 2011; 29 (3): 283-291.
3. Gutiérrez LM. Evaluación práctica de silajes y henolajes empaquetados. E.E.A. Balcarce, INTA. Disponible en línea: <http://www.produccion-animal.com.ar>. [Noviembre 10, 2009].
4. Minson DJ. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, Inc. San Diego, CA. 1990: 483.
5. Nocek JE, Heald CW, Polan, CE. J Dairy Sci 1984; 67: 334.
6. Pérez LO. Alternativas para la alimentación de ganado generadas por la investigación del INIFAP. Alternativas de alimentación del ganado bovino en el trópico. XX Simposium de Ganadería Tropical. Memoria Técnica N° 2, 1995. Paso del Toro, Ver. Méx.
7. Ruiz CJA, González AIJ, Regalado RJR, Anguiano CJ, Vizcaíno VI, González EDR. Recursos edafo-climáticos para la planeación del sector productivo en el estado de Jalisco. INIFAP. Libro técnico n° 2. 2003: 172.
8. Savon L. Producción y utilización de recursos foliares en la alimentación porcina. En producción de Cerdos. V Encuentro sobre nutrición y producción de animales monogástricos. Maracaybo, Venezuela. <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/producercerdos/encuentro5.htm>. 1999.
9. SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Los estados productores de caña de azúcar en México. Disponible en Línea. www.siap.gob.mx/. 2010.
10. Tobía C, Vargas E, Rojas A, Soto H. Uso de las excretas de pollos de engorde (Pollinaza) en la alimentación animal. III. rendimiento productivo de toretes de engorde. Agronomía Costarricense, julio-diciembre 2001; 35-43.

069 VALIDACIÓN DE UNA VACUNA EN CAMPO PARA EL CONTROL DE GARRAPATAS EN BOVINOS DEL TRÓPICO

VALIDATION OF A VACCINE TO CONTROL TICKS IN CATTLE IN THE TROPICS

José Antonio Palacios Franquez¹, José de Jesús Bustamante Guerrero¹, Guillermo Martínez Velázquez¹ y Rubén Hernández Ortíz²
C. E. Santiago Ixcuintla, INIFAP. ²CENID-PAVET, INIFAP.
palacios.antonio@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Con la finalidad de verificar la capacidad protectora en campo de la vacuna recombinante Bm86 contra la garrapata *Boophilus microplus* en bovinos del Sitio Experimental "El Verdineño Nayarit, México; se formaron cuatro grupos de bovinos. Grupo I (n=25), vacuna. Grupo II (n=25), vacuna+baño. Grupo III (n=15) baño. Grupo IV (n=15) testigo sin tratamiento. El esquema profiláctico de la vacuna, fue: 1º vacunación (día 0), 2º vacunación (4º semana), 3º vacunación (7º semana) y refuerzo (180 días). El baño fue por inmersión con el principio activo Coumaphos. Conteo de garrapatas repletas por animal cada 21 días durante un año. La información fue analizada usando GLM del SAS, 2009. La variable de respuesta fue garrapatas adultas y el modelo incluyó los efectos fijos de los meses y tratamientos. Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.07$), hasta el día 93 y 260 en el grupo I y II. El grupo I, fue diferente del grupo III en el día 51 y 260. Mientras que el grupo II y III, no fueron diferentes ($P \geq 0.07$). El testigo, fue diferente de los otros grupos desde el día 30 al 133 ($P \leq 0.07$) y en el día 197 y 218. En el día 239, el testigo no mostró ser diferente del grupo II. La vacuna acompañada con un ixodicida ejerce efecto sobre las garrapatas *Boophilus microplus* hasta el día 93 después de ser aplicada la 3ª vacunación (semana 7).

Palabras clave: Vacuna, *Boophilus microplus*, bovinos.

ABSTRACT

In order to verify the protective capacity in field of the Bm86 recombinant vaccine against *Boophilus microplus* cattle tick in the Experimental Site "Verdineño Nayarit, Mexico; four groups of cattle were used. Group I (n=25), vaccine. Group II (n=25), vaccine and immersion bath. Group III (n=15) immersion bath. Group IV (n=15) untreated control. The vaccine treatment was: 1st vaccination (day 0), 2nd vaccination (4th week), 3rd vaccination (7th week) and booster 180 days. Immersion bath with Coumaphos as active ingredient. Engorged tick count every 21 days for one year. The information was analyzed using the GLM procedure of the SAS, 2009. The response variable was engorged female ticks and the model included the monthly fixed effects and treatment effects. They were detected significant differences ($P \leq 0.07$), the day 93 and 260 in the Group I and II. Group I, was different from Group III on day 51 and 260. While the Group II and III were not different ($P \geq 0.07$). Untreated control group was different from the other groups from the 30 to 133 day ($P \leq 0.07$) and on 197 and 218 days. On 239 day, untreated control group was not different from the group II. The vaccine plus an acaricide have an effect on *Boophilus microplus* ticks during 93 days after the 3rd vaccination (7 week).

Key words: Vaccine, *Boophilus microplus*, cattle

INTRODUCCIÓN

Después de varias décadas de investigación en la lucha por el control integral de las garrapatas *Boophilus (Rhipicephalus) microplus* y las enfermedades que transmiten estas actualmente no han dejado de ser el problema número uno que aqueja a todos los productores ganaderos que explotan su ganado bovino en áreas tropicales y subtropicales de México. La ganadería bovina de Nayarit, no es la excepción, ya que presenta las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del ciclo biológico de las garrapatas. Por lo tanto los productores ganaderos, se han venido enfrentado a serios problemas para su control. Su desesperación por ese control los ha llevado a actuar de diferentes maneras, haciendo uso indebido de los plaguicidas, tales como la aplicación de productos para uso agrícola, mezclas de productos, dosificación y aplicación equivocadas, sustitución de productos en corto tiempo y el uso constante de acaricidas ha ocasionado la selección de poblaciones resistentes. Esto ha motivado a buscar nuevas alternativas para el control. Actualmente existen dos vacunas comerciales: Una australiana y una cubana que utilizan el antígeno recombinante Bm86. El antígeno está presente en todos los estadios desde huevos hasta adultas repletas y se localiza en la superficie de células intestinales de *Rhipicephalus microplus* (Hernández, 2006). Su principal efecto es sobre los valores reproductivos disminuyendo el número y peso de hembras repletas y la fecundidad, resultando hasta en un 90% de reducción de larvas en la siguiente generación (Willadsen y Jongejan, 1999). Una de dos conclusiones hechas por De La Fuente (2007), menciona que las vacunas basadas en el antígeno Bm86 recombinante han demostrado ser económicamente viables y efectivas para el control de las garrapatas del bovino, con una reducción del uso de acaricidas y en la incidencia de los patógenos transmitidos por garrapatas en algunas regiones. En México existe poca información a nivel de campo sobre el impacto que tiene la vacuna en la garrapata *Rhipicephalus microplus*. En el Estado de Veracruz la vacuna se ha estado aplicando pero sin información disponible que pudiera ser discutida. En Nayarit y muchos estados de la República que poseen climas tropicales, la vacuna no ha sido incluida en los programa de manejo sanitario del ganado bovino productor de carne por desconocer sus efectos. Por lo antes descrito, el objetivo de esta investigación es verificar la capacidad protectora en campo de la vacuna recombinante Bm86 contra la garrapatas *Boophilus microplus* en bovinos, bajo condiciones de trópico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Sitio Experimental “El Verdineño”, localizado en Sauta, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, México; entre los 21° 33' de latitud norte y los 105° 11' de longitud oeste y una altitud promedio de 40 msnm. Presenta un clima tropical subhúmedo (Aw_2), una precipitación media anual de 1,200 mm., y la temperatura media anual es de 24°C, con una época de secas que fluctúa de siete a ocho meses al año. Los suelos son franco arcilloso de color rojo y café rojizo *in situ* y coluvial. El tipo de vegetación corresponde a selva media subcaducifolia (Síntesis geográfica de Nayarit, 1981).

Animales Experimentales. Un mes antes de iniciar el experimento se valoró el lote de bovinos compuesto por 130 animales, luego completamente al azar se utilizaron 80 bovinos hembras adultas de edades y razas diferentes y se distribuyeron en cuatro

grupos: Grupo I, se aplicó la vacuna Bm86. Grupo II, se aplicó la vacuna Bm86+baño por inmersión. Grupo III, baño por inmersión. Grupo IV, sin tratamiento (testigo). Los dos primeros grupos estuvieron formados por 25 animales cada uno y los dos últimos grupos por 15 animales cada uno. Los animales fueron identificados con aretes de plástico y permanecieron en potreros bajo un sistema de pastoreo extensivo alimentados con pastos Llanero (*Andropogon gallanus*) y *Panicum maximun var. Tanzania*. Como medida preventiva los bovinos fueron vacunados contra la Rabia Paralítica y aplicación de la vacuna doble (Carbón Sintomático y Edema Maligno). El estudio se realizó de noviembre 2011 a diciembre 2012.

Esquema de vacunación, composición y dosis de la vacuna. El esquema profiláctico fue el recomendado por el laboratorio: 1° vacunación (día 0), 2° vacunación (4° semana), 3° vacunación (7° semana) y refuerzo a los seis meses después de la primer aplicación. La vacuna contiene el antígeno recombinante Bm86, vehículo Montanide 888 y aceite mineral. Se aplicó vía intramuscular profunda en la región del cuello en dosis de 2 ml/animal, utilizando aguja número 16-18 X 1.5 pulgadas.

Ixodicida y método de baño. El compuesto activo a utilizar fue la familia de los Organofosforados (Coumaphos). La dosis a utilizar fue la recomendada por el Laboratorio fabricante del producto (1 ml/litro de agua). El método de aplicación del producto químico fue el baño por inmersión cada 21 días al grupo II y III.

Criterios para el conteo de garrapatas, periodicidad en el conteo de garrapatas y baño. Los criterios de conteo para *Boophilus (Rhipicephalus) microplus*, fueron garrapatas hembras en proceso de repleción entre 4 mm – 8 mm., del lado izquierdo del animal. El primer conteo (08-12-11) de parásitos se realizó poco antes de la primera vacunación (Día 0) luego a la 2° (4° semana) y 3° vacunación (7° semana). Después de la 3° aplicación de la vacuna los conteos de garrapatas y la periodicidad de los baños de inmersión se realizaron cada 21 días hasta completar un año.

Análisis estadísticos. La información fue analizada mediante el procedimiento GLM del SAS, 2009. La variable de respuesta fue el conteo de garrapatas adultas y el modelo incluyó los efectos fijos de mes (Enero a diciembre 2012) y tratamientos (Vacunados, vacunados+bañados, bañados y testigos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados promedios de garrapatas recolectadas previos a la aplicación de los tratamientos fueron de 8,8, 6.08, 5.8 y 13.85, para el grupo vacunado, vacunado+bañado, bañado y testigo, respectivamente. Un mes después de la semana 7, en que se cumplió con el esquema profiláctico; el conteo promedio de garrapatas en cada uno de los grupos experimentales (cuadro 1) se observa que en el grupo de bovinos vacunados, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.07$), hasta el día 93 y 260 comparado con el grupo vacunado+bañado. El mismo grupo de animales vacunados mostraron ser diferente con el grupo bañado por inmersión, en el día 51 y 260. No se encontraron diferencias estadísticas ($P \geq 0.07$), entre el grupo que recibió vacuna+baño y el bañado por inmersión en ninguno de los 17 muestreos realizados. En el grupo testigo, hubo diferencias estadísticas ($P \leq 0.07$), con el grupo vacunado+bañado

y bañado desde el día del muestreo 30 al día 133, y hasta el día 197 y 218. En el día 239, se reporta el más alto promedio en el conteo de garrapatas, siendo de 10.42, 4.46, 12.03 y 20.61 para el grupo I, II, III y IV, respectivamente y a la vez en donde se demuestra haber diferencias estadísticas ($P \leq 0.07$) con el grupo vacunado+bañado, mientras que el grupo que solo fue vacunado y bañado no fueron diferentes (Cuadro 1). Se concluye que la vacuna acompañada con un ixodicida tiene efecto sobre la garrapata *Boophilus microplus* por un periodo de 133 días; sin embargo, la vacuna aplicada por sí sola no causa los efectos esperados en el control de las garrapatas. La eficacia de la vacuna ha sido ampliamente documentada en diversos artículos (Willadsen y Kemp., 1999). La mayoría de los estudios ubican al biológico con porcentajes de control cercanos al 60% (Fragoso *et al.*, 1999). Relativamente son pocos los estudios realizados en México, que demuestren los efectos de la vacuna Bm86 contra *Boophilus microplus*, en campo. En Coahuila, con ganado Beefmaster, infestados con garrapatas *B. annulatus*; al aplicar la vacuna Bm86 y baño por inmersión (Permetrina-Clorpirifos), concluye que el mejor efecto del biológico observado fue sobre el número de garrapatas repletas colectadas en los animales por efecto del tratamiento (Fragoso *et al.*, 1999). La vacuna aplicada por sí sola no ejerció efecto alguno sobre las garrapatas al ser comparado con el grupo que solo fue bañado pues desde un principio los promedios en el conteo de garrapatas fue mayor para el grupo vacunado desde el día 30 hasta el 155. Sin embargo, el grupo que fue vacunado+bañado al ser comparado con el grupo testigo las diferencias entre medias se presentaron del día 30 al día 133. En los siguientes dos muestreos (día 155 y 176), los mismos grupos no presentaron diferencias estadísticas, estas diferencias se vuelven nuevamente a manifestar en los días 197, 218 y 239. Se atribuyen estos resultados quizás al incremento paulatino de los anticuerpos ocasionados por la revacunación que fue aplicada en el día 133. Es decir el efecto de la vacuna+baño, se produjo a los 64 días después de la aplicación del refuerzo y permanecieron hasta el día 239 (42 días). Los anteriores resultados coinciden con el experimento realizado en Tamaulipas, en donde evaluaron Bm86 en combinación con Bm06 y Bm11 contra *Boophilus microplus*. Al evaluar los títulos de anticuerpo por medio de Elisa-indirecta, reporta que estos títulos se incrementaron cuando fue aplicada la 3ª inmunización en el día 42 con el antígeno Bm86 y permanecieron así hasta el día 91 (Espinoza *et al.*, 2012). Los muestreos realizados a partir del día 260 al 365, no fueron de importancia en los tres grupos tratados.

CONCLUSIÓN

El empleo de la vacuna Bm86, es una herramienta útil y segura para ser incluida, junto con los productos químicos, con el afán de reforzar los programas de Manejo Integrado de garrapatas.

LITERATURA CITADA

- De La Fuente, J. 2007. Desarrollo de vacunas contra garrapatas. En Garrapatas, Babesiosis y Anaplasmosis. *Simposio internacional*. Almazán García Consuelo y Charles Pérez Martín. Eds. *Universidad Autónoma de Tamaulipas*. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 67-71.
- Fragoso S. H. Ortiz, E. M. Rodríguez, M. Delabra, V. G. Redondo, M. Hernández, P. V. y De La Fuente, J. 1999. Evaluación de la vacuna contra la garrapata Bm86 (GAVAC) en ganado infectado con *Boophilus annulatus*. En "Control de la Resistencia en

Garrapatas y Moscas de Importancia Veterinaria y Enfermedades que transmiten". Morales Sánchez Guillermo. Frago Sánchez Hugo y García Vázquez Zeferino. Eds. *IV Seminario Internacional de Parasitología Animal*. Jalisco, México. 131-140.

Hernández, O. R. 2006. Avances en el control inmunológico de la garrapata *Boophilus microplus*. Simposio internacional de resistencia a pesticidas en artrópodos: Un enfoque toxicológico y molecular. Rosario Cruz Rodrigo., Hernández Castro Elías y Dominguez García Delia I. Eds. Sociedad Mexicana de Entomología. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Universidad Autónoma de Guerrero*. Manzanillo, Colima, México. Libro Técnico No. 1, 56-64.

Secretaria de programación y presupuesto. Síntesis geográfica de Nayarit, México. 1981.

Valdez, E. U. M. Almazán, C. G. Mario, C. Cid, M. J. Rosario, C. R. y De La Fuente, J. 2012. Efecto de la inmunización con Bm86 y su combinación con Bm06 y Bm11 sobre la infestación de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus)* en bovinos. *VII-Seminario Internacional de Parasitología Animal y IX-Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria*. Querétaro, Qro. México. 461- 468.

Willadsen, P. y Kemp, D. 1999. Pasado, presente y futuro de la vacuna contra garrapatas. En "Control de la Resistencia en Garrapatas y Moscas de Importancia Veterinaria y Enfermedades que transmiten". Morales Sánchez Guillermo. Frago Sánchez Hugo y García Vázquez Zeferino. Eds. *IV Seminario Internacional de Parasitología Animal*. Jalisco, México. 131-140.

Willadsen, P. and Jongejan, F. 1999. Immunology of the tick-host interaction and the control of ticks and tick-borne diseases. *Parasitol. Today*. 15:258-262.

Cuadro 1. Conteo promedio de garrapatas *Boophilus microplus*, en bovinos bajo cuatro diferentes tratamientos

DIAS MUESTREO	VACUNADO	VACUNADO + BAÑO	BAÑO	TESTIGO
	X ± E.E.	X ± E.E.	X ± E.E.	X ± E.E.
30	1.70 ± 0.55a	0.26 ± 0.57b	0.39 ± 0.70ab	5.92 ± 0.67c
51	13.23 ± 2.23a	0.11 ± 3.01b	0.25 ± 3.50b	11.51 ± 2.84a
72	9.14 ± 4.26a	1.01 ± 4.59a	0.42 ± 5.72a	8.30 ± 5.48a
93	2.48 ± 0.88a	0.06 ± 0.97c	0.00 ± 1.21ac	6.13 ± 1.16b
114	1.01 ± 0.74a	0.06 ± 0.81a	0.05 ± 0.95a	4.69 ± 0.97b
133	0.31 ± 0.48a	0.00 ± 0.540a	0.00 ± 0.63a	4.40 ± 0.64b
155	2.23 ± 0.86a	0.10 ± 1.18a	0.30 ± 1.10a	2.20 ± 1.13a
176	0.41 ± 0.80a	1.43 ± 0.85a	2.28 ± 1.09a	0.70 ± 1.44a
197	0.58 ± 0.72a	0.00 ± 0.79a	0.00 ± 0.93a	5.99 ± 0.98b
218	0.00 ± 0.02a	0.00 ± 0.02a	0.00 ± 0.02a	0.08 ± 0.03b
239	10.42 ± 4.22ab	4.46 ± 4.19a	12.03 ± 5.39ab	20.61 ± 5.85b
260	2.06 ± 0.54a	0.37 ± 0.55bc	0.12 ± 0.70bc	1.40 ± 0.64ac
281	1.19 ± 0.73abc	0.00 ± 0.80a	0.00 ± 0.94ab	2.40 ± 0.94c
302	1.35 ± 0.42a	0.45 ± 0.45a	1.38 ± 0.54a	0.91 ± 0.55a
323	1.21 ± 0.38ac	0.58 ± 0.46a	0.74 ± 0.46a	2.25 ± 0.49bc
344	0.45 ± 0.30a	0.18 ± 0.39a	0.91 ± 0.41ac	1.62 ± 0.39bc
365	3.63 ± 1.10a	1.40 ± 1.20a	3.37 ± 1.65a	3.68 ± 1.51a

Mismas literales por renglon no difieren estadísticamente ($P \leq 0.07$)

X = Promedio. E.E. = Error estándar

070 RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA CANAL DE TORETES CRIOLLOS FINALIZADOS EN CORRAL

YIELD AND QUALITY CARCASS OF CRIOLLO BULL CALVES FINISHED IN FEEDLOT

Bustamante GJJ^{1*}, Martínez VG¹, Basurto GR², Palacios FJA¹, Moreno FLA³ y Montaña BM²

¹S. E. "El Verdineño" - INIFAP. ²CENID Fisiología- INIFAP. ³UAMVZ - UAN.
bustamante.jesus@inifap.gob.mx

RESUMEN

Para evaluar rendimiento y calidad de canal de toretes Criollos alimentados con niveles crecientes de energía, 30 animales alimentados durante 214±66 d, recibieron cuatro tratamientos (T) consistente en cuatro niveles (dietas) de energía metabolizable/kg (EM/kgMS): T1=2.2, T2=2.4, T3=2.2+2.4 y T4=2.4+2.6 Mcal EM/kgMS. Las dietas contenían 13% de proteína cruda. El peso de sacrificio de los toretes fue de 380 kg. Variables fueron: rendimiento canal (RC), área del ojo de la costilla (AOC), grasa de cobertura (GC), grasa renal, pélvica y cardiaca (GRPC), grado de rendimiento (GR), rendimiento de cortes primarios (RCP), cortes totales (CT) y cortabilidad (CO). La información se analizó con modelos lineales de efectos fijos para diseño completamente al azar. Modelos finales incluyeron solo factores e interacciones significativas ($p < 0.25$) preliminares. Modelos para RC, GC, GR, RCP, CT y CO incluyeron T como efecto principal. Para AOC incluyó efecto T, Raza y Peso pre-sacrificio en GRPC y GC. RC difirió ($p < 0.05$) T2 vs T4 (51.2±0.6 vs 53.1±0.5). AOC mostró tendencia lineal con consumo de energía ($p > 0.05$), difirieron ($p \leq 0.05$) T1 vs T4. El valor promedio: 12.3±0.41 pulgadas². La GRPC fue menor ($p < 0.08$) en T4 vs T1. Valores/T: 3.95±0.32-T1, 3.37±0.38-T2, 3.45±0.34-T3 y 3.05±0.35-T4 %. Raza afectó ($p < 0.05$) GRPC, siendo mayor en toretes puros. GC fue similar ($p > 0.05$) entre T. T4=0.22±0.03 fue menor ($p < 0.06$) a T3=0.31±0.03. En GR, RCP, CT, CO, T4 difirió ($p < 0.05$) de T2 con promedios: GR=2.03±0.29 grados, RCP=52.05±0.68%, CT=79.18±1.37% y CO=49.08±0.72%. El torete Criollo alimentado en corral produce canales y rendimiento de calidad valorando dietas altas en energía.

Palabras clave: carne, rendimiento, canal, toretes, Criollo.

ABSTRACT

To assess performance and carcass quality of Criollo calf-bulls fed with increased levels of energy, 30 animals fed during 214±66 d, received four treatments (T) consisting in four levels (diet) of metabolizable energy/kg (ME/kgDM): T1= 2.2, T2= 2.4, T3= 2.2+2.4 and T4= 2.4+2.6 Mcal ME/kgDM. The diets contained 13% crude protein. The slaughter weight of the calf-bulls was 380 kg. Variables were: carcass yield (CY), ribeye area (RA), fat cover (FC), Percent Kidney, Pelvic, Heart Fat (%KPH), yield grade (YG), primary cuts yield (PCY), total cuts (TC) and cutability (CU). The data was analyzed with linear models of fixed effects for completely randomized design. Final models included only factors and significant interactions ($p < 0.25$) preliminary. Models for CY, FC, YR, %KPH, TC and CO included T effect main. For RA included effect T, breed and weight pre- slaughter in %KPH and FC. RC differed ($p < 0.05$) T2 vs T4 (51.2±0.6 vs 53.1±0.5).

RA showed linear trend with energy consumption ($p < 0.05$), differed ($p \leq 0.05$) T1 vs T4. The average value was 12.3 ± 0.41 inches². The %KPH was lower ($p < 0.08$) in T4 vs T1. Values/T: 3.95 ± 0.32 -T1, 3.37 ± 0.38 -T2, 3.45 ± 0.34 -T3 and 3.05 ± 0.35 -T4%. Breed affected ($p < 0.05$) %KPH, being higher in Calf-bulls-pure. FC was similar ($p > 0.05$) between T. T4= 0.22 ± 0.03 was lower ($p < 0.06$) to T3= 0.31 ± 0.03 . In YG, PCY, TC, CU, T4 differed ($p < 0.05$) from T2, with averages: YG= 2.03 ± 0.29 grades, PCY= $52.05 \pm 0.68\%$, TC= $79.18 \pm 1.37\%$ and CU= $49.08 \pm 0.72\%$. The Creole Calf-bull in feedlot produces carcass and quality performance evaluating diets high in energy.

Key words: meat, yield, carcass, Calf-bulls, Criollo-cattle.

INTRODUCCIÓN

Sin existir una evaluación precisa, el ganado Criollo de la Sierra de Nayarit ha sido menospreciado por los engordadores por considerarlo un animal improductivo, provocando que tienda a desaparecer este recurso genético. Sin embargo, su evaluación como recurso local es importante para definir su importancia dentro de los sistemas de producción de carne bovina (Martínez, 2005). Existen estudios relacionados con la calidad de carne de ganado criollo, donde ha destacado el valor nutricional de su carne; por ejemplo, en ganado criollo argentino, se ha reportado que posee mayor cantidad de músculo y hueso que el ganado Angus y cruza Criollo-Angus, así como una menor cantidad de grasa, característica deseable para satisfacer la demanda de carne magra (Garriz *et al.*, 1993) y que ésta puede considerarse de mejor calidad por su mayor proporción de ácidos grasos insaturados (Orellana, 2009). El ganado Criollo ha sido utilizado en esquemas de cruzamiento para aprovechar su rusticidad y también ha sido usado para producir ganado para el rodeo (Ríos, 2000). Sin embargo, sus canales son apreciadas por el bajo contenido de grasa, buen rendimiento y carne excelente por su sabor y terneza en el mercado internacional (Ortiz, 1998). Sin embargo, se desconocen las características de la canal de este genotipo cuando es alimentado en corral de engorda con dietas convencionales de engorda. El objetivo del presente trabajo fue evaluar algunas características de rendimiento y calidad de la canal de toretes Criollos alimentados con niveles crecientes de energía en la dieta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Sitio Experimental “El Verdineño” perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-CIRPAC), localizado en Sauta, municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, entre los 21° 33' de latitud norte y los 105° 11' de longitud oeste, a 40 msnm con clima tropical subhúmedo Aw₂, con una precipitación pluvial de 1,200 mm, una temperatura media anual de 24 °C y con una época de secas que fluctúa de siete a ocho meses al año (García, 1981).

Se utilizaron 32 animales machos de la raza Criollo con una edad promedio inicial de 19.7 ± 4.68 meses y con un peso corporal promedio de 184.2 ± 31.6 kg y un índice de formato promedio de 2.0 ± 0.65 puntos en una escala de 1 a 9 (Dhuyvetter, 1995).

Tratamientos. Consistieron en cuatro niveles de energía metabolizable/kg de materia seca (EM/kg MS) combinados con dos etapas de cambio o no de dieta experimental (menor o mayor a 300 kg de peso corporal), siendo los siguientes:

- Tratamiento 1: Dieta con 2.2 Mcal EM/kg MS desde inicio hasta final de la prueba de alimentación.
- Tratamiento 2: Dieta con 2.4 Mcal EM/kg MS desde inicio hasta final de la prueba de alimentación.
- Tratamiento 3: Dieta con 2.2 Mcal EM/kg MS de inicio hasta 300 kg de peso corporal continuando con dieta de 2.4 Mcal EM/kg MS hasta final de prueba.
- Tratamiento 4: Dieta con 2.4 Mcal EM/kg MS de inicio hasta 300 kg de peso corporal continuando con dieta de 2.6 Mcal EM/kg MS hasta final de prueba.

Determinaciones. Se analizó la información proveniente de 30 animales sacrificados, los cuales estuvieron en una prueba de alimentación durante 214 ± 66 días. Todas las dietas contenían 13% de proteína cruda. El peso de sacrificio de los toretes fue de 380 kg en promedio. Las variables de respuesta fueron rendimiento de la canal (RC), área del ojo de la costilla (AOC), grasa de cobertura (GC), grasa renal, pélvica y cardiaca (GRPC), grado de rendimiento (GR), rendimiento de cortes primarios (RCP), cortes totales (CT) y cortabilidad (CO).

Diseño experimental y análisis de la información. Se empleó un diseño completamente al azar, considerando siete y ocho repeticiones por tratamiento (Steel y Torrie, 1996). La información se analizó con modelos lineales de efectos fijos para un diseño completamente al azar. Para todas las variables los modelos finales incluyeron solo factores e interacciones significativas ($p < 0.25$) en análisis preliminares usando el paquete estadístico SAS (2009). Los modelos para RC, GC, GR, RCP, CT y CO incluyeron solo T como efecto principal. Mientras que para AOC se incluyó el efecto de tratamiento, además de pureza racial (PR) y peso pre-sacrificio para GRPC y GC.

Resultados y discusión

Los valores promedio para características de rendimiento y calidad de la canal en toretes Criollos alimentados con niveles crecientes de energía en la dieta se presentan en el Cuadro 1. Para la característica de rendimiento en canal, el T2 solo fue diferente ($p < 0.05$) al T4 (51.2 ± 0.66 vs 53.1 ± 0.57 respectivamente), los promedios para T1 y T3 fueron de 52.0 ± 0.54 y $51.9 \pm 0.61\%$, respectivamente. El RC es muy similar al encontrado por Carrazzoni (1998) con Criollo Argentino. Para AOC se encontró una tendencia lineal con el consumo de energía metabolizable aunque no fue significativo ($p > 0.05$), observándose solo diferencias ($p \leq 0.05$) entre el T1 y T4, los valores promedio fueron de 11.2 ± 0.39 , 11.6 ± 0.48 , 11.4 ± 0.44 y 12.3 ± 0.41 pulgadas², para los T1, T2, T3 y T4, respectivamente. Se detectó un valor menor ($p < 0.08$) en el porcentaje de grasa RPC para el T4 vs a T1; los valores promedio fueron de 3.95 ± 0.32 -T1, 3.37 ± 0.38 -T2, 3.45 ± 0.34 -T3 y 3.05 ± 0.35 -T4%. El grado de pureza racial afectó ($p < 0.05$) la GRPC, dando promedios de 3.84 ± 0.2 y $3.07 \pm 0.21\%$ para toretes $>$ o $<$ a 80% de PR, respectivamente. La GC fue similar ($p > 0.05$) entre T a excepción del T4 (0.22 ± 0.03) que mostro un valor menor ($p < 0.06$) respecto al T3 (0.31 ± 0.03). En las variables GR, RCP, CT y CO los toretes que consumieron un nivel mayor de energía, difirieron ($p < 0.05$) solo del T2. Los promedios fueron 2.0 ± 0.23 -T1, 2.4 ± 0.28 -T2, 2.1 ± 0.26 -T3 y 1.6 ± 0.24 -T4

grados; 52.0±0.54-T1, 51.2±0.66-T2, 51.9±0.61-T3 y 53.1±0.57-T4%; 79.4±1.08-T1, 77.4±1.32-T2, 78.7±1.23-T3 y 81.2±1.15-T4% y 49.2±0.54-T1, 48.1±0.66-T2, 48.9±0.61-T3 y 50.1±0.57-T4%. Algunos estudios muestran que cortes de carne de ganado Criollo argentino, tienen una composición química similar a la de cortes comerciales para exportación (Farfan *et al.*, 2000), la canal tiene un área del ojo de la costilla de buen tamaño y menor espesor de grasa, con una carne de mejor sabor, mejor aroma, menor terneza y aceptabilidad similar a la carne de ganado Angus (Carrazzoni, 1998). Si el ganado Criollo nacional tiene una calidad de carne similar a las mencionadas, puede venderse con un valor comercial alto, además de un sobrepeso (hasta 30%) al venderse como carne orgánica. Duarte *et al.* (1998), mencionan que la carne de ganado Criollo tiene una oportunidad de desarrollo importante, debido a que es apreciada por el bajo contenido de grasa en mercados de Estados Unidos y puede considerarse un tipo de carne exótica.

Cuadro 1. Indicadores de rendimiento y calidad de la canal de toretes Criollos alimentados con diferentes niveles de energía en la dieta.

Variable de respuesta	Tratamientos				EEM	P
	T1	T2	T3	T4		
Peso de canal caliente (kg)	212	227	222	232		
Rendimiento de canal (%)	52.0 ^{ab}	51.2 ^b	51.9 ^{ab}	53.1 ^a	0.59	**
Área del ojo de la costilla (pulg ²)	11.2 ^b	11.6 ^{ab}	11.4 ^{ab}	12.3 ^a	0.43	**
Grasa de cobertura (pulg.)	0.26 ^{ab}	0.25 ^{ab}	0.31 ^a	0.22 ^b	0.03	*
Grasa RPC (%)	3.95 ^b	3.37 ^{ab}	3.45 ^{ab}	3.05 ^a	0.34	*
Grado de rendimiento (1-5)	2.0 ^{ab}	2.4 ^a	2.1 ^{ab}	1.6 ^b	0.25	**
Cortes primarios (%)	52.0 ^{ab}	51.2 ^a	51.9 ^{ab}	53.1 ^b	0.59	**
Cortes totales (%)	79.4 ^{ab}	77.4 ^b	78.7 ^{ab}	81.2 ^a	1.10	**
Cortabilidad (%)	49.2 ^b	48.1 ^{ab}	48.9 ^{ab}	50.1 ^a	0.59	**

EEM = error estándar de la media.

P = probabilidad.

** (p<0.05) * (p<0.06)

CONCLUSIONES

El torete Criollo alimentado en corral produce canales con notables indicadores de calidad y rendimiento mostrando buena respuesta a dietas altas en energía comúnmente utilizadas en la finalización comercial de bovinos.

LITERATURA CITADA

Carrazzoni JA. 1998. El bovino Criollo Argentino: ayer y hoy. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Bs.As., 52(16):1-52. URL: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/raza_criolla/15-el_bovino_criollo.htm.

Dhuyvetter J. 1995. Beef Cattle Frame Scores. AS-1091. NDSU Extension Service. North Dakota State University. ND, U. S. A.

Duarte OA, Tewolde A. y García de León F. 1998. Análisis de ADN en ganado Criollo mexicano: estudio de caso. IV congreso iberoamericano de razas autóctonas y criollas. 23 al 27 de nov de Tamaulipas, Tamaulipas, México.

Farfán N, Juárez D, Rossi A, Sammán N. 2000. Composición química de carne de ganado bovino Criollo. Archivos latinoamericanos de nutrición ALAN 50 (4).

García DME. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). 3ª ed. UNAM. México.

Garriz CA, Gallinger MM, Zamorano M y Mezzadra C. 1993. Calidad de la carne en novillos de raza Criolla Argentina y Aberdeen Angus puros y cruza CriollosxAngus y NelorexAngus en ganado bovino Criollo tomo iii orientación gráfica editora. pp 178-197.

Martínez VG. 2005. El ganado bovino Criollo en Nayarit: Ubicación y población estimada. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental "El Verdineño". Folleto Técnico Número 1, Nayarit. 19 p.

Orellana C, Peña F, García A, Perea J, Martos JV, Domenech JV and Acero R. 2009. Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of Criollo Argentino and Braford steers raised on forage in a semi-tropical region of Argentina. Meat Science. 81(1): 57-64.

Ortiz LCI. 1998. Producción de pie de cría de ganado para rodeo en el estado de Tamaulipas. Memorias del Segundo Foro de Análisis de los Recursos Genéticos: "Ganado Criollo", hacia el establecimiento del Programa Nacional de Recursos Genéticos Pecuarios. SAGAR. Chihuahua, México.

Ríos JG, Rodríguez, AFA, Hernández SMR y Jiménez CJ. 2000. Caracterización del sistema de producción del ganado Criollo de rodeo de la sierra de Chihuahua. Memorias del V Congreso Iberoamericano de razas Autóctonas y Criollas. La Habana, Cuba.

Statistical Analysis System. 2009. SAS User's Guide: Statistics (version 9.1 Ed.) SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Steel RGD y JH Torrie. 1988. Principios y procedimientos de bioestadística. Mc Graw-Hill. Ed. Interamericana. México, DF.

071 PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN CARNE DE TORETES CRIOLLO ALIMENTADOS CON DISTINOS NIVELES DE ENERGIA EN LA DIETA

FATTY ACIDS PROFILE ON CRIOLLO MEAT BULL-CALF FEED WITH DIFFERENT ENERGY LEVELS IN THE DIET

José de Jesús Bustamante Guerrero¹, Guillermo Martínez Velázquez¹, José Antonio Palacios Fránquez¹ y Ricardo Basurto Gutierrez²

¹Sitio Experimental "El Verdineño", INIFAP. ²CENIFMA-INIFAP

bustamante.jesus@inifap.gob.mx

RESUMEN

Con el fin de conocer el perfil de ácidos grasos en la carne, se sacrificaron 29 toretes Criollo alimentados en corral por 214 días en cuatro niveles de energía (2.2, 2.4, 2.2+2.4 y 2.4+2.6 Mcal EM/kgMS) para T1, T2, T3 y T4, respectivamente. Se colectaron 29 muestras del músculo dorsal entre 12ava-13ava costilla. Para la determinación y cuantificación de los ácidos grasos (AG) se usó mezcla de referencia de C4 a C24. La grasa fue extraída por el método de Folch, saponificada y metilada y AG determinados por cromatografía de gases. Las variables a cuantificar (g AG/100g grasa): ácido palmítico-C16.0), ácido palmitoleico-C16:1), ácido esteárico-C18.0), ácido oleico-C18:1), ácido linoleico-C18:2 ω -6), ácido linoleico-C18:3 ω -3), AG-no-identificados (AGNI), AG-saturados (AGS), AG-monoin saturados-(AGM), AG-poliinsaturados (AGP), relación AGP/AGS, AGP+AGP/AGS y relación:C18:2/C18:3. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. La información se analizó con modelos lineales de efectos fijos. El nivel mayor de energía dietario resultó en menor ($p<0.01$) contenido de AGS, contrastando el contenido de AGNI. C16.0 y C18.0 se redujeron ($p<0.01$) con el incremento energético. Los AGM se incrementaron ($p<0.05$) desde T2, no obstante, el cambio en C16.1 fue en sentido inverso. C18:1 no fue afectado ($p>0.05$). AGP fue mayor ($P<0.02$) con el mayor contenido energético. Hubo cambios variables ($p<0.05$) en C18:2 ω -6 y C18:3 ω -3 atribuibles a efecto energía. Relaciones AGP/AGS ($p<0.01$), AGM+AGP/AGS ($p<0.01$) y C18:2 ω -6/C18:3 ω -3 ($p<0.05$) fueron afectados por el nivel de energía. La carne de torete Criollo conserva características nutricionales deseables aun cuando es alimentado en corral con base en el contenido de ácidos grasos esenciales.

Palabras clave: carne, ácidos grasos, toretes, bovinos Criollo.

ABSTRACT

In order to know the profile of fatty acids in meat, slaughtered 29 Criollo calf-bulls fed in feedlot by 214 days at four energy levels (2.2, 2.4, 2.2 + 2.4 and 2.4 + 2.6 Mcal ME/kgDM) for T1, T2, T3 and T4, respectively. 29 samples were collected between 12th-13th rib dorsal muscle. Mixture of C4 reference to C24 was used for determination and quantification of fatty acids (FA). The fat was extracted by the method of Folch, saponified, methylated and FA determined by gas chromatography. The quantify variables (g FA/100 g fat): Palmitic acid-C16.0 acid), palmitoleic acid-C16:1), C18.0-stearic acid), oleic acid-C18:1), linoleic acid-C18:2 ω -6), linoleic acid-C18: 3 ω -3), no-identified FA (NIFA), saturated FA (FAS), monounsaturated-FA (MFA), polyunsaturated-FA (PFA), PFA/SFA, PFA+PFA/SFA relation and ratio C18:2/C18:3. An experimental

design was used completely at random. The data was analyzed with linear fixed-effects models. Increased dietary energy level resulted in minor ($p < 0.01$) content of SFA, contrasting the content of NIFA. C16:0 and C18:0 were reduced ($p < 0.01$) with increased energy. The MFA were increased ($p < 0.05$) from T2, however, the change in C16:1 was in sense reverse. C18:1 was not affected ($p > 0.05$). PFA was higher ($P < 0.02$) with the highest energy content. There were variable changes ($p < 0.05$) in C18:2 ω -6 and C18:3 ω 3 attributable to effect energy. PFA/SFA relations ($p < 0.01$), MFA+PFA/SFA ($p < 0.01$) and C18:2 ω -6/C18:3 ω -3 ($p < 0.05$) were affected by the level of energy. The Calf-bull Criollo meat retains desirable nutritional characteristics even when it is fed in feedlot based on the content of essential fatty acids.

Key words: meat, fatty acids, bull-calves, Criollo-cattle.

INTRODUCCIÓN

Las características nutricionales y el perfil lipídico de la grasa de la carne de bovino tienen un interés considerable debido a sus implicaciones en la salud humana. Las carnes rojas están asociadas a incidencia de padecimientos cardiovasculares, debido a la elevada cantidad de ácidos grasos saturados (Mensink & Katan, 1992; Núñez, 2010). No obstante, la carne es una fuente importante de proteína, ácidos grasos esenciales (C18:2 n -6 e C18:3 n -3) y ácido linoleico conjugado (CLA), y contribuye en el aporte de energía (Fearon, 2010). Los ácidos grasos poliinsaturados de la serie n -6 y n -3 parecen ofrecer protección contra las enfermedades cardiovasculares (Kang and Leaf, 2000; Harrison & Abhyankar, 2005) y el CLA y algunos isómeros de CLA son relacionados con la actividad inmunoestimuladora, antimutagénica y antioxidante, independientemente de la cantidad y del tipo de grasa consumida. La carne del ganado Criollo de México es baja en grasa y, además, tiene un excelente sabor y buena terneza, por lo cual es apreciada en los mercados internacionales (Ortiz, 1998). Sin embargo, se desconocen si estas características nutricionales cambian cuando el ganado Criollo es alimentado en corral de engorda, especialmente cuál es el perfil lipídico de su grasa. Por todo lo dicho anteriormente al existir pocos o ningún trabajo sobre la calidad de la carne de bovino Criollo, se plantea en este trabajo la necesidad de estudiar la calidad cárnica y su contenido de grasa. El objetivo del presente trabajo fue conocer el perfil lipídico de la carne de toretes Criollos alimentados con cuatro niveles crecientes de energía en la dieta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Sitio Experimental “El Verdineño” perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP – Centro de Investigaciones del Pacífico Centro), localizado en Sauta, municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, entre los 21° 33' de latitud norte y los 105° 11' de longitud oeste, a 40 msnm con clima tropical subhúmedo Aw₂, con una precipitación pluvial de 1,200 mm, una temperatura media anual de 24° C y con una época de secas que fluctúa de siete a ocho meses al año (García, 1981).

Se utilizaron 32 animales machos de la raza Criollo con una edad promedio inicial de 19.7±4.68 meses y con un peso corporal promedio de 184.2±31.6 kg y un índice de formato promedio de 2.0±0.65 puntos en una escala de 1 a 9 (Dhuyvetter, 1995).

Tratamientos. Los tratamientos consistieron en cuatro niveles de energía

metabolizable/kg de materia seca (EM/kg MS) combinados con dos etapas de cambio o no de dieta experimental (menor o mayor a 300 kg de peso corporal), siendo los siguientes:

- Tratamiento 1: Dieta con 2.2 Mcal EM/kg MS desde inicio hasta final de la prueba de alimentación.
- Tratamiento 2: Dieta con 2.4 Mcal EM/kg MS desde inicio hasta final de la prueba de alimentación.
- Tratamiento 3: Dieta con 2.2 Mcal EM/kg MS de inicio hasta 300 kg de peso corporal continuando con dieta de 2.4 Mcal EM/kg MS hasta final de prueba.
- Tratamiento 4: Dieta con 2.4 Mcal EM/kg MS de inicio hasta 300 kg de peso corporal continuando con dieta de 2.6 Mcal EM/kg MS hasta final de prueba.

Determinaciones. Después del sacrificio de los animales, se colectaron 29 muestras del músculo dorsal ente 12^{ava} y 13^{ava} costilla. La grasa de las muestras de carne fue extraída por el método de Folch et al., (1957). Ya extraídas se saponificaron y metilaron según lo propuesto por David et al (2003). La determinación de los AG se realizó mediante cromatografía de gases (Nielsen, 1994). Para la cuantificación de los AG se usó una mezcla de referencia con AG de C₄ a C₂₄. Se usó un cromatógrafo de gases Agilent® 6890 GC con detector de ionización de flama con automuestreador con carrusel para 8 muestras, con columna microcapilar INNOWAX de 30 m de largo, 0.32 mm de diámetro interno y 0.25 µm de película de Agilent Technologies. El gas acarreador fue el helio (30 ml/min) y los gases detectores fueron hidrógeno (40 ml/min) y aire 8450 ml/min). Las variables a medir fueron la cuantificación de los AG (g AG/100 g grasa) que fueron: ácido palmítico (C16:0), ácido Palmitoleico (C16:1), ácido esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1), ácido linoleico (C18:2ω-6), ácido linoleico (C18:3ω-3), AG no identificados (AGNI), AG saturados (AGS), AG monoinsaturados (AGM), AG poliinsaturados (AGP), relación AGP/AGS, AGP+AGP/AGS y C18:2/C18:3.

Diseño experimental y análisis de la información. Se empleó un diseño completamente al azar, considerando ocho repeticiones por tratamiento (Steel y Torrie, 1996). La información se analizó con modelos lineales de efectos fijos para un diseño completamente al azar. El modelo estadístico incluyó los efectos de tratamiento, genotipo, formato, peso inicial (covariable) y características de la canal. Para todas las variables los modelos finales incluyeron factores e interacciones significativos ($p < 0.25$) en análisis preliminares usando el paquete estadístico SAS (2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El perfil lipídico de la carne de torete Criollo alimentado con distintos niveles de energía, se muestra en el Cuadro 1. Contrario a lo esperado, la dieta con el nivel más alto de energía resultó en un menor ($p < 0.01$) contenido de ácidos grasos saturados (45.0^a, 42.8^a, 45.0^a y 35.0^b (EEM±1.09 g/100g) y, en contraste, se registró un mayor contenido de ácidos grasos no identificados (8.7^b, 6.6^b, 6.4^b y 17.6^a±1.95), siendo diferentes en el T4. El contenido de ácidos grasos saturados (C16:0) se redujeron con al incrementarse el nivel de energía en la dieta (27.0^a, 24.2^c, 26.6^a y 20.5^b ±0.72); la reducción fue menos ($p < 0.01$) pronunciada en C18:0 (20.7^a, 17.6^b, 16.9^b y 17.0^b ±0.76) en el T1. Los ácidos grasos monoinsaturados (39.7^{ac}, 42.4^{bc}, 42.6^b y 41.2^{bc}±1.24) se incrementaron ($p < 0.05$)

a partir del T2, no obstante los cambios en el C16:1 (3.2^a 3.3^a 3.4^a y 2.7^b±0.13) son en sentido inverso y el contenido del C18:1 no fue afectado (38.8±1.12 g/100 g). Respecto a los ácidos grasos poliinsaturados fue mayor (p<0.02) con el mayor contenido de energía (4.1^b, 4.6^b, 4.6^b y 5.5^a±0.26). Aunque los cambios son variables en C18:2ω-6 (3.0^a, 4.0^{bc}, 3.6^{ac} y 3.8^{ac}±0.29) y en el C18:3ω-3 (1.0^b, 0.7^b, 0.6^b y 1.9^a±0.21) se observaron cambios por efecto de la energía. Asimismo, la relación AGP/AGS (0.08^a, 0.12^b, 0.11^b y 0.15^c±0.005; p<0.01), la relación AGM+AGP/AGS (0.9^a, 1.1^b, 1.0^b y 1.3^c±0.02; p<0.01) y la relación C18:2ω-6/C18:3ω-3 (0.37^b, 0.26^b, 0.10^b y 0.82^a±0.12; p<0.05) fueron afectados por la dieta mejorando con los mayores niveles de energía. Lo anterior tiene gran relevancia en la salud humana, dado que la proporción n-6/n-3 llega hasta 17:1 en algunas dietas occidentales (Simopoulos, 2006). La proporción n-6/n-3 recomendada por agencias internacionales se encuentra en un rango de 4:1 a 10:1 (Gebauer *et al.*, 2006).

Cuadro 1. Perfil de ácidos grasos en carne de toretes Criollo alimentados con distintos niveles de energía. (g de ácidos grasos/100 g de grasa).

Variable	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	EEM	p
Acido palmítico C16.0	27.0 ^a	24.2 ^c	26.6 ^a	20.5 ^b	0.72	**
Ácido Palmitoleico C16:1cis-9	3.2 ^a	3.3 ^a	3.4 ^a	2.7 ^b	0.13	**
Ácido Estearico C18.0	20.7 ^a	17.6 ^b	16.9 ^b	17.0 ^b	0.76	**
Ácido Oleico C18:1cis-9	37.0	38.9	39.5	37.5	1.17	ns
Ácido Linoleico C18:2 cis-9,12	3.0 ^a	4.0 ^{bc}	3.6 ^{ac}	3.8 ^{ac}	0.29	*
Ácido Linolénico C18:3 cis-9,12,15	1.07 ^a	0.71 ^a	0.68 ^a	1.90 ^b	0.21	**
Ácidos Grasos Saturados	45.0 ^a	42.8 ^a	45.0 ^a	35.0 ^a	1.09	**
Ácidos Grasos Monoinsaturados	39.7 ^{ac}	42.4 ^{bc}	42.6 ^b	41.2 ^{bc}	1.24	*
Ácidos Grasos Poliinsaturados	4.1 ^b	4.6 ^b	4.6 ^b	5.5 ^a	0.26	**
Relación AGP/AGS	0.08 ^a	0.12 ^b	0.11 ^b	0.15 ^c	0.005	**
Ácidos Grasos no Identificados	8.7 ^b	6.6 ^b	6.4 ^b	17.6 ^a	1.95	**
Relación AGP+AGM/AGS	0.98 ^a	1.13 ^b	1.09 ^b	1.33 ^c	0.02	**
Relación Acido Linoleico/Acido Linolénico	0.37 ^b	0.26 ^b	0.10 ^b	0.82 ^a	0.12	*

AGP: ácidos grasos poliinsaturados; AGM: ácidos grasos monoinsaturados.

AGS: ácidos grasos saturados; EEM = error estándar de la media. P = probabilidad. ** (P<0.01) * (P<0.05).

CONCLUSIONES

1. La carne de torete Criollo mantiene sus características nutricionales aun cuando es alimentado en corral de engorda con base en el contenido de ácidos grasos esenciales.
2. Se destaca que en la carne de bovino Criollo se encontró una relación entre ácidos grasos omega-6: omega-3 baja, menor de 1, muy deseable para mantener un buen balance ente estos ácidos grasos en la dieta humana.

LITERATURA CITADA

David F, Sandra P, and Wylie P. 2003. Improving the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters Using Retention Time Locked Method and Retention Time Databases. Application Note 5990-4822EN, Agilent Technologies No. 5988-5871EN (2003).

Dhuyvetter J. 1995. Beef Cattle Frame Scores. AS-1091. NDSU Extension Service. North Dakota State University. ND, U. S. A.

Fearon AM. No la encontré 2010. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. Meat Science, 84:1-13.

Folch J, M Lees, and GHS Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. J. Biol Chem 226(1): 497-509.

García DME. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). 3ª. ed. UNAM. México.

Gebauer SK, Psota TL, Harris WS, Kris-Etherton PM. 2006. n-3 Fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. Am. J. Clin. Nutr. 83 (suppl):1526S-1535S.

Harrison N, Abhyankar B. 2005. The mechanism of action of omega-3 fatty acids in secondary prevention post-myocardial infarction. Curr Med Res Opin. 2005; 21:95-100.

Simopoulos AP. 2006. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. Biomed. Pharmacother. 60: 502-507.

Kang JX and Leaf A. 2000. Prevention of fatal cardiac arrhythmias by polyunsaturated fatty acids. Am J Clin Nutr. 2000; 71: 202S-207S.

Mañotti AA y Slobodzian A. 1994. Evaluación de la condición corporal. Serie Técnica N° 8. EEA INTA Corrientes. Buenos Aires, Argentina.

Mensink RP, and MB Katan. 1992. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: A meta-analysis of 27 trials. Arterioscler. Thromb. 12: 911-919.

Nielsen. 1994. Gas Chromatography. Introduction of Chemical Analysis of Foods. Edit. Chapman & Hall. 530 p.

Núñez DJM. 2010. Estudio de la calidad físico-química de la carne del bovino de carne Marismeña en diferentes sistemas de terminación. Trabajo Fin de Master. Instituto de estudios de posgrado. Universidad de Córdoba, España. 25 p.

Ortiz LCI. Producción de pie de cría de ganado para rodeo en el estado de Tamaulipas. Memorias del Segundo Foro de Análisis de los Recursos Genéticos: "Ganado Criollo",

hacia el establecimiento del Programa Nacional de Recursos Genéticos Pecuarios. SAGAR. Chihuahua, México. 1998.

Statistical Analysis System. SAS User's Guide: Statistics (version 9.1 Ed.) SAS Inst. Inc., Cary, NC. 2009.

Steel RGD y JH Torrie. 1988. Principios y procedimientos de bioestadística. Mc Graw-Hill. Ed. Interamericana. México, D. F.

072 ANÁLISIS DE LA TENDENCIA Y TASA DE CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACA EN MÉXICO

ANALYSIS OF THE TREND AND GROWTH RATE OF THE PRODUCTION OF MILK IN MEXICO

Góngora, González Sergio; Velez, Izquierdo Alejandra; Jolalpa, Barrera José; Moctezuma López Georget ;Espinoza Arellano Jesús; Espinosa García José

Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias
*C.E. Mocochoa, Km. 25 Antigua carretera Mérida-Motul C.P. 97454.Mocochoá, Yuc. Tel y fax (991) 91 62215

RESUMEN

El trabajo se realizó con el objeto de analizar el comportamiento de la producción de leche de vaca en México. Se analizaron estadísticas oficiales del periodo del 2001 al 2011 y 2012, de la variable mencionada y se calcularon sus tasas de crecimiento utilizando algoritmos de tasas de crecimiento discretas y continuas para definir relaciones y medias móviles para definir tendencias. En el periodo analizado la tendencia de la producción de leche fue al alza, sin embargo, la demanda aun no se cubre manteniendo un déficit importante. Esto se confirma al analizar las tasas de crecimiento del consumo que resultan mayores que la tasa de crecimiento de la producción.

Palabras claves: oferta, demanda, leche

ABSTRACT

The work was performed in order to analyze the behavior of dairy cows in Mexico. Official statistics of the period from 2001 to 2011 and 2012, the variable mentioned were analyzed and their growth rates were calculated using algorithms of discrete growth rates and continuing to define relationships and moving averages to define trends. In the analyzed period the trend of milk production was higher, however, the demand is not covered even maintaining a significant deficit. This is confirmed by analyzing the consumption growth rates that are higher than the growth rate of output

Key words: supply, demand, milk

INTRODUCCIÓN

La leche es un alimento completo y necesario para el desarrollo del ser humano, por lo que cada país debe implementar políticas de producción de este lácteo, tendientes a lograr la autosuficiencia.

En México, la producción y abasto de leche se considera una prioridad nacional; al respecto, en un estudio de perspectivas de producción al 2020, realizado por la Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios (SFA-SAGARPA (2011), se pronostica una disminución del hato ganadero de 6.7 millones de vacas en el 2011 a 6.6 en el 2020, sin embargo; menciona que la producción en 2011 que se estimaba en 11 mil millones de litros (mml) de leche fluida, se incrementará en 2020 a 12.5 mml, esto debido al incremento en productividad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión de literatura para identificar variables del mercado nacional con influencia en la competitividad y rentabilidad de los sistemas de producción de leche en México. De estas se seleccionó y analizó el volumen de producción de leche como una variable dependiente de otras de relativa importancia como son los precios de insumos alimenticios, tasa de cambio. Se realizó una revisión del Sistema de Información Agropecuario de Consulta (Siacon), y se realizó el acopio de estadísticas básicas de la variable seleccionada, durante la serie de tiempo comprendida entre el año 2001 y el último año de estadística disponible en el año que se realizó el trabajo (2012). Se constituyó una base de datos y se analizó su tasa de crecimiento y su tendencia con base a los procedimientos siguientes:

Tasa de crecimiento discreta

Mide el cambio relativo, el crecimiento o decremento, de la cantidad o del valor de alguna variable en el tiempo, pero esta medida supone que el movimiento se presenta una vez por período.

Tasas de crecimiento continua

Mide los cambios relativos que se presentan en forma instantánea, en una cantidad o en un valor de alguna variable en el tiempo, es decir el crecimiento o decremento

Relación entre la tasa de crecimiento discreta y continua

$$VI (1+r_d)^n = VI * e^{r_c * n}$$
$$(1+r_d)^n = e^{r_c * n}$$

Obteniendo el logaritmo natural: $n * \ln (1+r_d) = r_c * n$

Por lo tanto; $\ln (1+r_d) = r_c$

donde: \ln = logaritmo natural

r_d = tasa de crecimiento discreta

r_c = Tasa de crecimiento continua e = Factor de arrastre

Calculo de la tendencia

Representa el comportamiento predominante de la serie. Es el cambio de la media a lo largo de un período.

Método de la media móvil:

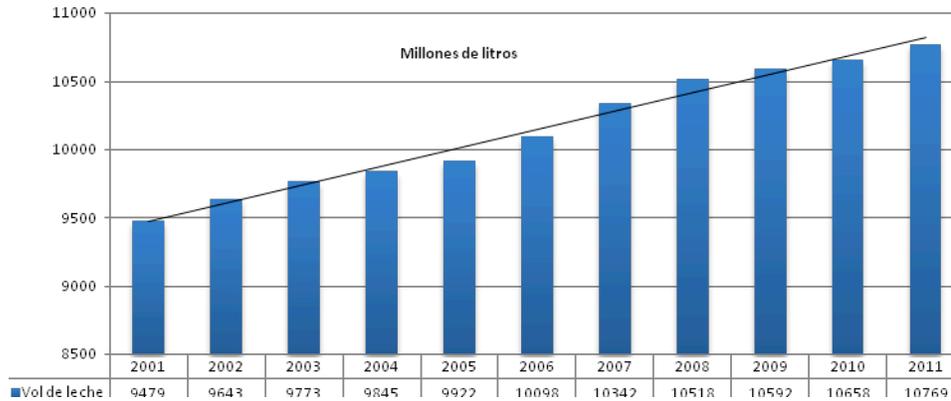
$$PM = \frac{\sum(n \text{ valores de datos más recientes})}{n}$$

Media aritmética que toma un valor para cada momento de tiempo y no entran, en su cálculo, todas las observaciones de la muestra disponible. En general si el orden, K, es impar, las medias móviles quedan centradas y se pierden K-1 datos. Si el orden, K es par, se pierden K datos. Los cálculos se realizaron con el apoyo de la hoja de cálculo Excel, y se presentan en forma de graficas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de la producción fue a la alza durante el período analizado al pasar de 9479 a 10769 millones de litros (Figura 1). Los pronósticos para 2011 (11mml), se cumplieron en un 98%, al estar 0.231 mml por debajo de lo estimado para ese año.

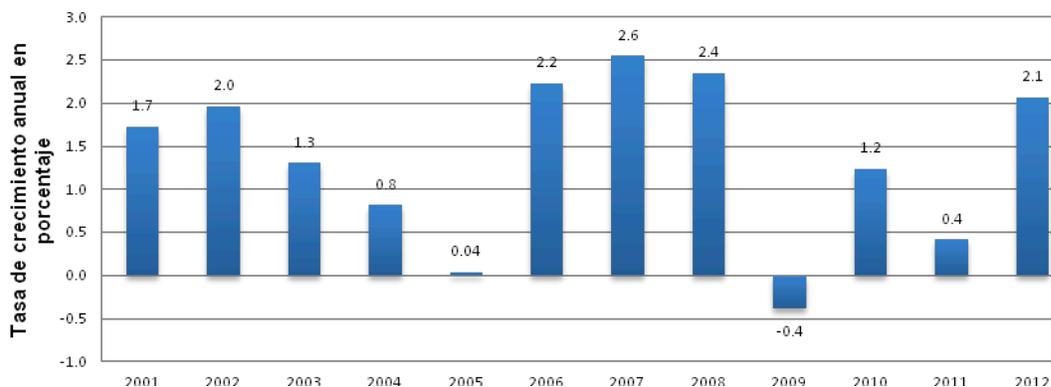
Figura 1. Tendencia de la producción de leche de bovino en México (2001-2011)



Fuente: Elaboración propia con información de SIACON, 2012.

Gil (2013), citando proyecciones realizadas por el Food and Agricultural Policy and Research Institute (FAPRI), afirma que ese comportamiento permanecerá del 2013 al 2025, donde el consumo tiende a suavizarse para los países industrializados, tal es el caso de Estados Unidos o el bloque conformado por la Unión Europea, los cuales mantendrán el nivel de consumo actual de leche. En cambio, en los países en desarrollo se mostrará un aumento sostenido. El pronóstico de FAPRI indica que México, tendrá una tasa de crecimiento medio anual de 3.2 por ciento en el consumo de leche líquida. El consumo se traduce en demanda y para satisfacerla lo recomendable es el incremento de la producción nacional. Ese incremento se analizó a través de las tasas de crecimiento de producción, que ha tenido el país en los últimos años. En el 2001 creció en 1.7 por ciento (Figura 2), y después de leves descensos del 2003 al 2005, se recupera en el 2006 hasta el 2012 con excepción de los años 2009 y 2011.

Figura 2. Tasa de crecimiento anual (TCA) de la producción de leche en México (2001-2012).



Fuente: Elaboración propia con información del SIACON 2012.

En el año 2009, los precios internacionales de la leche se contrajeron principalmente por la caída en la demanda y el exceso de oferta. Lo anterior ocasionó que la producción de leche de bovino en el país sufriera los estragos de la crisis económica mundial, sobre todo por los altibajos del precio de la leche descremada en polvo y ocasionó que para ese año la producción nacional sufriera un decremento del 0.38 % en la producción con respecto al 2008 (CGG/Sagarpa 2010).

Como se observa, las tasas de crecimiento anual de la producción han sido menores que los pronósticos del FAPRI, lo que implica que las importaciones para cubrir la demanda se intensificarán.

Lo anterior se confirma con las declaraciones de la CANILEC (2013), mismas que señalan que pese a que en México la producción de leche registra un crecimiento de alrededor de 2.0 por ciento anual, la oferta total no alcanza a cubrir la demanda que ha crecido alrededor del 5%. El país consume aproximadamente 16 mil millones de litros al año, de los cuales 10 mil 900 millones provienen de productores nacionales, mientras que los 5 mil 100 restantes de importaciones lo que implica que existe un déficit en el sector, de alrededor del 30 por ciento que proviene del extranjero. A pesar de ello en la The Dairy Show International 2013, celebrada en abril pasado se afirma que en los últimos 25 años, la industria lechera de nuestro país ha tenido importantes avances, desarrollos y mejoras tecnológicas, que van desde la pasteurización y envasado de la leche y sus derivados, hasta substanciales mejoras en la producción cotidiana, mediante la adopción cada vez más intensiva de la automatización y que por consiguiente, el sector lechero Mexicano cuenta con grandes posibilidades de expansión ya que según la FAO, abastecemos solo el 63% del consumo recomendado por esa institución (Riquelme 2013).

Lo anterior es cierto pero analizado desde el punto de vista del productor lechero innovador donde los incrementos permanentes alcanzados en los últimos 10 años en la producción de leche, ha sido consecuencia de mejoras en la tecnificación de la producción en las regiones identificadas como altamente productoras, no así en la región tropical del país donde los niveles de producción están muy por debajo de los promedios registrados en aquellas regiones donde la producción se obtiene en un sistema de producción intensivo (Funprover 2003).

CONCLUSIONES

El volumen de producción de leche en México, se ha ido incrementando en términos absolutos, no así en términos relativos ya que las tasas de crecimiento en el periodo analizado, no han tenido un crecimiento sostenido. Lo anterior no ha sido suficiente para cubrir una demanda cuyo crecimiento ha sido superior a la oferta. Los índices de productividad en sistemas de producción intensivos se han incrementado producto de la tecnificación, sin embargo, dicha tecnificación debe expandirse a las regiones tropicales para elevar su productividad y participación relativa en la producción total del país.

LITERATURA CITADA

CANILEC. 2013. Diario rotativo Querétaro. Producción de leche en México crece por debajo de la demanda: Canilec .
<http://www.rotativo.com.mx/noticias/nacionales/economia/32161-produccion-de-leche-en-mexico-crece-por-debajo-de-la-demanda-canilec/>. Fecha consulta 24 abril 2013

CGG/Sagarpa 2010. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2010. En: Claridades agropecuarias No. 207 Noviembre del 2010.

Funprover 2003. Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología de la Cadena de Bovinos de Doble Propósito en el estado de Veracruz. Fundación Produce Veracruz-Colegio de Posgraduados. Mayo 2003; México D.F.

Gil C. X. 2013. Leche, perspectivas en el entorno internacional. EL ECONOMISTA.MX.
<http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2013/04/08/leche-perspectivas-entorno-internacional>. Consulta 2 de mayo del 2013.

Riquelme C,R. 2013. **La** sustentabilidad del sector lechero, mito o realidad. Material de ponencia del The Dairy Show International 2013. 17-19 abril , León Guanajuato, México.

SFA SAGARPA (2011) Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011- 2020. Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios. 2011. México D.F. Pag. 42

SIACON. 2012. Sistema de información agroalimentaria de consulta. Sagarpa. Consulta abril 2013.

073 REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA Y PROTEÍNA METABOLIZABLE DE VACAS HOLSTEIN X CEBÚ LACTANDO EN EL TRÓPICO

METABOLIZABLE PROTEIN AND ENERGY REQUIREMENTS OF HOLSTEIN X ZEBU LACTATING COWS IN THE TROPICS

Juárez-Lagunes Francisco Indalecio¹, Cristóbal-Carballo Omar², Montero-Lagunes Maribel², Hernández-Hernández Víctor Delio², Zarate-Martínez Juan Prisciliano², Ríos-Utrera Ángel², Enríquez-Quiroz Javier Francisco², Canudas-Lara Eduardo Guillermo¹.

¹UV. FMVZ. Miguel Ángel de Quevedo S/N esq. Yañez. Col. Unidad Veracruzana. C.P.91710, Veracruz, Ver. México. fjuarez@uv.mx

²INIFAP. CE. La Posta. Paso del Toro, Ver. Km 22.5 carretera federal Veracruz-Córdoba, México. montero.maribel@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se estimaron los requerimientos de EM y PM de vacas Holstein x Cebú en lactación. El estudio se localizó a 19°02' N y 96°08' O. Se utilizaron 24 vacas pluríparas Holstein x Cebú. Desde antes del parto hasta el día 90 de lactación, las vacas se alojaron en corrales individuales en donde se ordeñaron a fondo dos veces al día. Se tuvieron tres tratamientos asignando ocho vacas por tratamiento. Éstos fueron; 12, 9 y 6 kg/d de concentrado (PC, 16% y TND, 70%) ofrecido por vaca repartidos en dos veces diarias, complementado con heno de *Panicum maximum* cv. Tanzania a libertad. Los consumos de concentrado y heno, así como producción de leche se pesaron diariamente. Se usó el CNCPS para estimar los requerimientos de EM y PM. El diseño experimental fue un análisis de varianza completamente al azar y se usó el modelo MIXED de SAS, siendo tratamiento el efecto fijo y vaca el efecto aleatorio. Las medias se compararon por Contrastes Ortogonales ($P \leq 0.05$). Los resultados se presentan por tratamiento en el orden arriba citado, y fueron para: producción de leche (kg d^{-1}) 17.1^a, 13.5^{ab}, 12.0^b; consumo de MS (kg d^{-1}) 14.6^{ab}, 15.2^a, 13.1^b; consumo de FDNefectiva (kg d^{-1}) 3.71^b, 5.06^a, 5.56^a; EM (Mcal/kg) 32.9^a, 31.5^a, 24.2^b; PM (g/d) 1479^a, 1417^a, 1093^b. Niveles bajos de concentrado en la dieta de vacas Holstein x Cebú al inicio de la lactación, aumentan el consumo de FDNefectiva, disminuyen el consumo de MS, EM y PM, y por consiguiente producción de leche.

Palabras clave: Energía Metabolizable, Proteína Metabolizable, Leche, CNCPS.

ABSTRACT

The objective was to estimate the ME and MP requirements of lactating Holstein x Zebú cows using the CNCPS. The study was located at 19° 02' N and 96° 08' W. Twenty four ¾ Holstein x Zebu multiparous cows were used. Since 15 days before calving up to 90 days of lactation, cows were allocated in individual stalls. Cows were full milked twice a day. Eight cows were assigned to each of the three treatments which were: 12, 9, 6 kg of concentrate (CP 16%, TDN 70%) offered per cow, dispensed twice a day, and complemented with *Panicum maximum* cv. Tanzania hay *ad libitum*. The concentrate and hay intake, as well as milk production were recorded daily. The CNCPS was used to estimate ME and MP requirements for milk production. The experimental design was a completely random analysis of variance. The SAS MIXED model for repeated measures

was used being treatment the fixed effect and cow the random effect. The adjusted means were compared using Orthogonal contrasts test ($P \leq 0.05$). The results are presented per treatment in the order cited above: Milk production (kg d^{-1}) 17.1^a, 13.5^{ab}, 12.0^b; DM intake (kg d^{-1}) 14.6^{ab}, 15.2^a, 13.1^b; effectiveNDF intake (kg d^{-1}) 3.71^b, 5.06^{ab}, 5.56^a; ME (Mcal/kg) 32.9^a, 31.5^a, 24.2^b; MP (g/d) 1479^a, 1417^a, 1093^b. Low concentrate levels in the diet of fresh lactating Holstein x Zebu cows: increases effectiveNDF intake; reduce DM, ME, MP intake, and for instance milk production.

Key words: Metabolizable Energy, metabolizable Protein, Milk, CNCPS.

INTRODUCCIÓN

El potencial productivo de vacas Holstein cruzadas con Cebú para incrementar la producción de leche en el trópico mexicano se ve limitado por una nutrición pobre, caracterizada por la baja ingesta de nitrógeno y carbohidratos solubles. Los problemas nutricionales son más acentuados durante los primeros 90 días de lactancia. Uno de los factores limitantes en el uso adecuado de suplementos, es el desconocimiento de la cantidad de nutrimentos ingeridos y asimilados por la vaca partir del forraje (Bonilla, 2000). La fibra (FDN) contenida en este, es el principal componente en la dieta de vacas en producción láctea en pastoreo. Las ediciones del NRC (National Research Council) sobre los requerimientos nutricionales de ganado lechero (2001) y de carne (2000) de los EUA, no incluyen información sobre ganado cruzado Holstein x Cebú en lactación en condiciones tropicales. El Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS V6.1) considera las variables de raza del bovino y sus cruza, las condiciones ambientales y de manejo entre otras, para estimar los requerimientos nutricionales. Sin embargo, para una adecuada predicción de EM y PM para lactación, el CNCPS requiere que el consumo voluntario (CV) esté bien estimado. Salinas (2009) ha demostrado que el CNCPS subestima el CV. Por tanto, en este estudio, se determinó el CV y la producción de leche (PL). A partir del CV y PL observados, se incorporó esta información en el CNCPS, para hacer las predicciones de EM y PM requeridas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en clima Aw caliente subhúmedo con temperatura y precipitación promedio anual de 25°C y 1,380 mm respectivamente. La altura sobre el nivel del mar es de 16m. La posición geoespacial comprende los paralelos 19°02' Latitud Norte y 96°08' Longitud Oeste. Se utilizaron 24 vacas multíparas maduras $\geq 5/8$ Holstein x Cebú, las cuales ingresaron al experimento 30 días antes del parto y fueron alojadas en corrales individuales hasta los 90 días de lactación. Durante el periodo preparto a todas las vacas se les ofreció 4 kg de concentrado con 16 % PC y 70 % de TND; complementado con heno de pasto Tanzania (*Panicum máximum*) a libertad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición química del concentrado y del heno de *Panicum máximum* cv.Tanzania

Alimento	MS	CE	PC	GC	FDN	FDA	Lig	FDNe
Concentrado	89.1	10.13	15.45	3.52	13.2	3.6	0.59	3.4
Heno	89.3	7.91	3.76	0.88	80.1	53.3	12.0	75.0

MS=materia seca; CE=cenizas; PC=proteína cruda; GC=grasa cruda; FDN=fibra detergente neutra; FDA=fibra detergente ácida; Lig=lignina; FDNe=FDNefectiva

A partir del parto las vacas se asignaron a cada uno de los tres tratamientos (Cuadro 2), en donde se determinó en forma individual el consumo voluntario diario, por diferencia de lo ofrecido menos lo rechazado dos veces al día.

Cuadro 2. Composición de las raciones (%) para los tres tratamientos experimentales

Tratamiento ¹	12	9	6
Concentrado	70	59	47
Forraje	30	41	53
FDNefectiva	25	33	42

¹kg de concentrado ofrecido por vaca por día.

El ordeño fue manual a fondo, dos veces al día. Se evaluó; Peso corporal, Condición corporal, Producción de leche, Consumo de forraje, Consumo de concentrado. Todas las variables observadas de: ambiente, animal, manejo, alimento y alimentación, fueron incorporadas en la plataforma del CNCPS para hacer las predicciones de EM y PM para lactación. El diseño experimental fue un análisis de varianza completamente al azar con 24 animales distribuidos en 3 tratamientos, cada uno con 8 repeticiones. Las variables independientes fueron consumo de MS y de FDN, y las variables dependientes fueron: peso vivo (PV), producción diaria de leche (PL), condición corporal (CC), requerimientos de EM y PM. Para obtener las medias mínimo cuadráticas, se usó el modelo MIXED de SAS, utilizando tratamiento como efecto fijo y vaca como efecto aleatorio (Littell *et al.* 1998). La comparación de las medias ajustadas se realizó por el método de contrastes ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de las vacas se presentan en el Cuadro 3. Las vacas con 12 kg de concentrado produjeron más leche, aunque no consumieron todo el concentrado ofrecido (Cuadro 4). Quizás, el concentrado, se debió de haber repartido en tres veces al día u ofrecido en ración integral. Las vacas en el tratamiento con menor consumo de concentrado (Cuadro 4) consumieron más heno. Con la consecuencia de deprimir el CVMS por el exceso de FDNe, y de disminuir el aporte de EM (Cuadro 5). Aunado a esto, éstas vacas, destinaron mas EM para mantenimiento y menos para lactación, siendo menos eficientes (Juarez-Lagunes *et al.*, 1999). Esta condición acentúa el balance energético negativo durante esta etapa de la lactación.

Cuadro 3. Características de las vacas de 1 a 90 días en lactación.

Variable	12 ¹	9	6	EEM
SBW, kg	458 ^a	536 ^a	502 ^a	28.2
BCS	4.7 ^a	4.9 ^a	4.6 ^a	0.10

Leche, kg d⁻¹ 17.1^a 13.5^{ab} 12.0^b 1.52

¹kg de concentrado ofrecido por vaca por día: SBW = Peso corporal * 0.96; BCS = condición corporal escala de 1 a 9. Literal diferente en el mismo renglón indica diferencia ($P \leq 0.05$).

Cuadro 4. Capacidad de consumo diario de MS y FDNe por las vacas de 1 a 90 días en lactación.

Consumo	12 ¹	9	6	EEM
Concentrado, kg	10.1 ^a	8.9 ^a	6.0 ^b	0.51
Heno, kg	4.5 ^b	6.3 ^{ab}	7.1 ^a	0.97
CVMS, kg	14.6 ^{ab}	15.2 ^a	13.1 ^b	1.36
NDFe kg	3.71 ^b	5.06 ^{ab}	5.56 ^a	0.740

¹kg de concentrado ofrecido por vaca por día: CVMS = consumo voluntario de materia seca; NDFe = Fibra detergente neutra efectiva. Literal diferente en el mismo renglón indica diferencia ($P \leq 0.05$).

Cuadro 5. Aporte y requerimientos diarios de Energía Metabolizable (EM, Mcal) de las vacas de 1 a 90 días en lactación.

Energía Metabolizable	12 ¹	9	6	EEM
EM aporte	32.9 ^a	31.5 ^a	24.2 ^b	2.118
EM mantenimiento	14.2 ^b	16.7 ^a	17.0 ^a	0.89
EM lactación	18.8 ^a	14.9 ^b	13.2 ^b	1.67
EM reservas	3.8 ^a	1.2 ^b	2.8 ^{ab}	1.057
EM Balance	-3.9 ^{ab}	-1.4 ^b	-8.9 ^a	2.76
EM % del requerido	89 ^{ab}	96 ^a	72 ^b	7.69
EM leche, kg	13.0 ^a	12.0 ^a	3.2 ^b	2.04

¹kg de concentrado ofrecido por vaca por día. Literal diferente en el mismo renglón indica diferencia ($P \leq 0.05$).

En el caso del aporte y requerimientos diarios de proteína metabolizable (Cuadro 6), se observa el mismo fenómeno. Mil gramos de PM diarios no son suficientes, y además se destinan mas para mantenimiento que para lactación.

CONCLUSIONES

Para incrementar la producción de leche con vacas Holstein X Cebú en el trópico, al inicio de la lactación, ofertar mayor cantidad de EM y PM. Primero maximizando el uso del forraje mediante mejoras en su composición nutricional, y después complementarlo con adecuadas cantidades de concentrado

Cuadro 6. Aporte y requerimientos diarios de Proteína Metabolizable (PM, g) de las vacas de 1 a 90 días en lactación.

Proteína Metabolizable	12 ¹	9	6	EEM
Aporte, g/d	1479 ^a	1417 ^a	1093 ^b	108.6
PM mantenimiento	609 ^a	700 ^a	677 ^a	72.5
PM lactación	817 ^a	646 ^{ab}	575 ^b	72.7
PM reservas	104 ^a	34 ^a	61 ^a	25.9
PM balance	-71 ^{ab}	25 ^a	-251 ^b	102.1
PM % de la requerida	95 ^a	103 ^a	82 ^b	7.4
PM leche, kg	15.6 ^a	14.1 ^a	6.8 ^b	1.36

¹kg de concentrado ofrecido por vaca por día. Literal diferente en el mismo renglón indica diferencia ($P \leq 0.05$).

Agradecimiento: Proyecto parcialmente apoyado por SAGARPA-CONACYT 2010-144591.

LITERATURA CITADA

Bonilla CJA. Consumo voluntario de forraje por vacas lecheras en pastoreo. Folleto científico Núm. 1. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental El Verdineño. 2000.

CNCPS V6.1. <http://www.cncps.cornell.edu/>

Juarez-Lagunes FI, Fox DG, Blake RW, Pell AN. Evaluation of tropical grasses for milk production by dual-purpose cows in tropical Mexico. J Dairy Sci 1999; 82:2136-2145.

Littell RC, Henry PR, Ammerman CB. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. J Anim Sci 1998. 76:1216-1231.

NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Academy Press. Washington, DC. USA. 2000.

NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press. Washington, DC. USA. 2001.

Salinas ZV. Uso del Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) y óxido de cromo, como estimadores de la digestibilidad aparente de materia seca para vacas de doble propósito en diferentes estados reproductivos, en el trópico veracruzano [tesis de licenciatura]. Veracruz, Ver. México. Universidad Veracruzana. 2009.

074 PRODUCCIÓN DE LECHE POR LACTANCIA DE VACAS SUIZO PARDO POR CEBÚ EN PASTOREO EN CLIMA CÁLIDO SUBHÚMEDO. ESTUDIO DE CASO

MILK PRODUCTION PER LACTATION IN BROWN SWISS BY ZEBU COWS GRAZING IN SUBHUMID TROPICAL CLIMATE. CASE STUDY

García Peniche Teresa Beatriz, López Guerrero Isaías
INIFAP – Campo Experimental “La Posta”. Carretera Veracruz-Córdoba km 22.5 Paso del Toro, Ver. C.P. 94277. Tel. 01 (229) 2622222
garcia.teresa@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de época de parto anidado en año, sobre la producción de leche de vacas Suizas por Cebú en pastoreo en clima Aw1, y observar la forma de sus curvas de lactancia. Se analizaron 29 lactancias que iniciaron y terminaron entre Enero de 2012 y Julio de 2014: los efectos de época de parto (lluvias, nortes, y sequía), anidado en año de parto (2012 y 2013), y número de parto sobre producción por lactancia (**Prod**) y días en lactancia (**DLac**). Se graficaron los datos crudos de los ordeños diarios y las lactancias se clasificaron en “Típica” y “Recta” (“reportadas”), y “Bimodal” y “Ondulante” (“observadas”). Las frecuencias de los tipos de curvas se anotaron para las vacas de mayores y menores producciones y las de mayor y menor duración de lactancia. No se encontró efecto significativo para Prod. Para DLac, $P=0.02$ para época anidada en año, y $P=0.016$ para Número de parto. Incrementó la variabilidad a mayor número de parto. Los mejores comportamientos fueron para las vacas de tercer parto (2414 lts en 296 días en lactancia). Se encontró una mayoría significativa de las curvas “observadas” vs “reportadas” ($\chi^2 < 0.05$): 13 bimodales, 9 ondulantes, 3 típicas y 4 rectas. Los descensos temporales de producción de leche ocurrieron durante sequía. Se concluye que aunque Estación de parto anidada en año no tuvo efecto sobre la cantidad de leche obtenida por lactancia, la época de sequía afecta a las curvas de lactancia, sobre todo de las vacas más productivas.

Palabras clave: Ganadería para doble propósito, Suizo por Cebú, curvas de lactancia en el trópico.

ABSTRACT

The objective was to determine the effect of calving season nested in year of calving, over the milk yield in Brown Swiss by Zebu cows, grazing in Aw1 climate, and to observe the shape of their lactation curves. Twenty nine lactations, that occurred between January 2012 and July 2014, were analyzed: the effects of calving season (rains, winds, and drought), nested in year of calving (2012 and 2013) and calving number, over lactation milk yield (**Prod**) and days in milk (**DLac**). The crude data of daily milkings were graphed and the lactation curves were classified as “Typical” y “Straight” (“reported”), and “Bimodal” and “Wavy” (“observed”). The frequency of the types were annotated for the higher and the lower yields and for the longer and shorter days in milk. No significant effect was found for Prod. For DLac, $P=0.02$ for calving season nested in year of calving and $P=0.016$ for calving number. Variability increased per parity number. The best production results were for third parity cows (2414 lts in 296 days in milk). A majority of “observed” vs “reported” ($\chi^2 < 0.05$) shapes were found: 13 bimodals, 9 wavy,

3 typical and 4 straights. The temporary reduction in milk production coincided with the drought season. It is concluded that, even though Calving season nested in calving year did have no significant effect over milk yield per lactation, drought did affect the shape of the lactation curves, especially of the higher producing cows.

Key words: Dual purpose cattle management, Brown Swiss by Zebu, lactation curves in the tropic.

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción de doble propósito utiliza mayoritariamente ganado bovino de pastoreo extensivo bajo condiciones de temporal, por lo que los animales están expuestos a inclemencias tales como altas temperaturas, lluvias intensas, y presencia abundante de parásitos internos y externos. Además, existe una marcada estacionalidad en la producción de forrajes, siendo más del 70% producido en 4 meses del año; época de lluvias (López, 1988). Para la estacionalidad en la disponibilidad de forrajes, se recomienda conservarlos y realizar complementación alimenticia.

Desafortunadamente, en Veracruz, los precios de la leche a puerta de corral se pagan un 25% mejor durante la época de sequía, debido a la escasez del producto, y la mejor calidad sanitaria de la leche, ya que las vacas están menos expuestas a encharcamientos. Por esta razón, se suele recomendar que las vacas se sincronicen para parir en la época de sequía o que se tengan épocas específicas de apareamiento para lograr ese fin, y así aprovechar los precios más altos de la leche. Lo anterior, en el entendido de que a los animales se les deberá de proporcionar alimentación durante la época de estiaje para que la producción no sufra detrimentos importantes.

Sin embargo, frecuentemente se reciben preguntas de parte de los productores de si en verdad es conveniente tener una época de apareamientos para el ganado manejado en el sistema de producción de doble propósito, y si se debe tratar de lograr partos mayoritariamente durante la época de sequía, o no.

Por otra parte, con respecto a los registros productivos, persiste la duda de si conviene recomendar que el pesaje de la leche sea diario, o que se permita que tenga un espaciamento mayor, por ejemplo, pesar cada semana o incluso cada mes. Para determinar lo anterior se requiere estudiar las curvas de lactancia de las vacas bajo el sistema de manejo para doble propósito.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar los efectos de la época de parto anidado en año, sobre la producción total de leche de vacas de la raza Suizo americano por Cebú, y observar la forma de las curvas de lactancia en pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos fueron tomados diariamente durante dos años y medio de las vacas Suizo Pardo por Cebú, en ordeña, del C.E. "La Posta" del INIFAP, ubicado en Paso del Toro, Veracruz, en un clima representativo del cálido subhúmedo con lluvias en verano, Aw1, característico de la llanura costera del Estado de Veracruz. Las vacas se encontraban en pastoreo en pasto Tanzania (*Panicum maximum*) con agua y sales minerales a libertad, y complementadas durante la sequía mayormente con forraje conservado, cosechado en la época de lluvias, y ensilaje de Maíz. Durante la ordeña se les ofrece aproximadamente un kg y medio de concentrado. Los primeros 4 días post parto, el becerro tiene acceso completo al calostro y el ordeño inicia al 5º día. Los becerros apoyan la bajada de la leche, y tienen acceso a la leche residual.

Se incluyeron únicamente los datos de vacas que hubieran iniciado y terminado lactancia entre Enero de 2012 y Julio de 2014. Se eliminaron los datos de vacas que no tuvieran los datos de su lactancia completa, aquellas de las que no se tuviera certeza de su genotipo, y aquellas que por cualquier razón hubieran tenido lactancias iguales o menores de 90 días. Se consideraron vacas de la primera a la sexta lactancia.

El modelo utilizado incluyó la producción total por lactancia terminada (**Prod**) y los días en lactancia (**DLac**) como variables de respuesta, con los efectos de época de parto (lluvias del 15 de junio al 14 de octubre, nortes del 15 de octubre al 14 de febrero y sequía del 15 de febrero al 14 de junio), anidado dentro de año de parto (2012 y 2013), y Número de parto. Después de la edición, se analizaron los datos de 29 lactancias.

Las formas de las curvas de lactancia se obtuvieron de graficar los datos crudos de los ordeños diarios, desde el inicio al final de la lactancia. Se clasificaron en 4 grupos, según la forma de la curva. Los dos primeros han sido reportados en la literatura, y los dos últimos fueron observados dentro del presente trabajo: a) Típica, curva tipo gamma incompleta, que sube hasta un máximo en un número variable de días y luego desciende a una velocidad variable, pero relativamente constante; b) Recta, curva que desciende de forma homogénea (Santellano-Estrada et al., 2011), y coloquialmente se dice es lo más frecuente en vacas cruzadas en el trópico; c) Bimodal, curva en la que se eleva la producción de leche, desciende y vuelve a subir y a bajar; y d) Ondulante, curva con varios subidas y bajas en la producción de leche; es una variedad del tipo c.

Para el presente trabajo, se hicieron dos divisiones en la base de datos de las vacas: por encima o por debajo de la mediana en cuanto a Prod (15 datos de “alta producción” y 14 de “baja producción”) y a DLac (15 datos de “muchos” y 14 datos de “pocos” días en lactancia), y se anotó el tipo de curva de lactancia en cada caso. Se reportan las diferencias por Chi cuadrada de las tablas de frecuencia resultantes de dos clasificaciones: “Reportadas” (Curvas tipo a y b) vs. “Observadas” (Curvas tipo c y d).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para Prod solo se encontraron efectos marginales para los efectos de época anidado en año y número de parto ($P=0.099$ y $P=0.098$, respectivamente), mientras que para DLac, ambos efectos fueron significativos: $P=0.02$ para época anidada en año, y $P=0.016$ para Número de parto.

Se observa que para Prod los errores estándares incrementaron de un promedio de 307.6 en los primeros 3 partos, a un promedio de 582.0 en los partos 4 a 6, evidenciando una creciente variabilidad de las vacas en cuanto a su producción de leche por lactancia con cada parto. En forma similar, los errores estándares de DLac fueron de entre de 20 a 25 días en los 3 primeros partos y de 36 a 52 en los demás.

En el Cuadro 1 se observa en el orden, de mayor a menor, de Prod y DLac resultantes, que las vacas de 5o y 6o parto registraron menor productividad que las de partos anteriores, y que las vacas de 4o parto produjeron más leche en lactancias más largas, lo que podría no ser deseable, porque indica mayores intervalos entre partos, lo que sugiere que los mejores comportamientos productivos fueron para las vacas de 2o y 3er parto. Nuestros resultados concuerdan con los de Osorio-Arce y Segura-Correa (2005), quienes con vacas Holstein por Cebú, encontraron que las vacas de primer parto producen menos que las multíparas.

Cuadro 1. Medias de Producción Y Días en lactancia (ajustadas por Tukey), ordenados de mayor a menor, con el número de parto como referencia.

Producción, kg	Número de parto (Prod)	Días en lactancia	Número de parto (DLac)
2510.8	4	345 a	4
2413.7	3	295.5 ab	1
2235.1	2	291.9 ab	3
2075.8	1	277.9 abc	2
1665.0	5	232.0 c	5
1329.0	6	187.0 c	6

Aunque el análisis de hizo sobre época anidada en año, para vislumbrar el efecto principal, los promedios de las medias de producción fueron de 2050.1 para lluvias, 1850 kg para Nortes, y 2241.2 para sequía; y los de DLac fueron de 271.4, 277.7 y 268.1 para lluvias, nortes y sequía, respectivamente. En 2012 las producciones y días en lactancia fueron aproximadamente un 20% mayores que los de 2013, debido probablemente a condiciones ambientales diferentes.

Cuadro 2. Resumen de frecuencia de tipos de 29 curvas de lactancia de vacas Suizas por Cebú

Producción	Típica	Recta	Bimodal	Ondulante
Alta	1	0	7	7
Baja	2	4	6	2
Días en lactancia				
Muchos	1	0	9	5
Pocos	1	4	4	5

Con respecto a la forma de las curvas de lactancia, se encontró diferencia significativa entre la proporción de “Observadas” y “reportadas” encontradas ($\chi^2 < 0.05$): se observaron 13 curvas de lactancia bimodales, 9 ondulantes, 3 típicas y 4 rectas (Cuadro 2 y Figura 1 con ejemplos). Se hace notar que en todos los casos, los descensos temporales en la producción de leche de las curvas Bimodales y Onduladas, ocurrieron durante la época de sequía.

Vinay-Vadillo et al (2012) reportaron curvas “Típicas”, en vacas en el trópico. Ellos estudiaron vacas cruzadas de Holstein por Cebú, ordeñados una sola vez al día y con un manejo de doble propósito tecnificado. Los tiempos al “pico” de lactancia fueron menores a 40 días, con más frecuencia entre dos semanas y un mes. Los picos menores a 13 kg no incluyeron gráficas de los datos crudos, ni de las curvas obtenidas por los métodos probados, pero se entiende que las curvas no suben y bajan.

La repercusión a lo observado es que probablemente con fines de registros productivos, se deba requerir el pesaje diario de la leche, y que se requiera investigación tendiente a minimizar los efectos de la época de estiaje sobre todo en las vacas más productivas.

CONCLUSIONES

El efecto de estación de parto no tuvo efecto sobre la cantidad de leche obtenida por lactancia. Sin embargo, durante la época de sequía, las curvas de lactancia, sobre todo de las vacas más productivas, hizo que se presentaran altibajos.

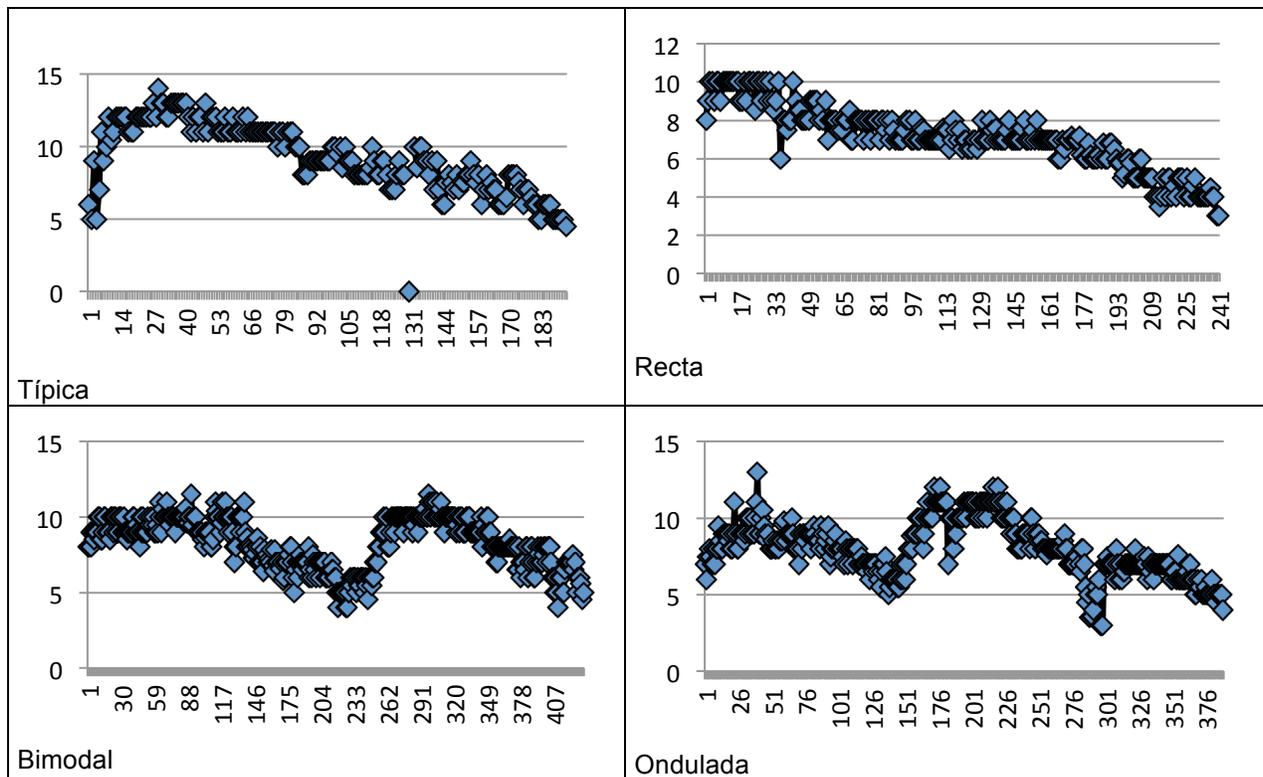


Figura 1. Ejemplos de curvas de lactancia observadas de vacas Suizo-Pardo por Cebú en pastoreo. Eje Y = kg de leche; Eje X= Día en lactancia

LITERATURA CITADA

- López GI. Rendimiento de material seca y proteína cruda de siete gramíneas cosechadas a cuatro frecuencias de corte en clima cálido subhúmedo. [Licenciatura]. Saltillo, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 1988.
- Osorio-Arce MM, Segura-Correa JC. Factores que afectan la curva de lactancia de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de Tabasco, México. Tec Pecu Méx 2005; 43(1): 127-137.
- Santellano-Estrada E, Becerril-Pérez CM, Mei-Chang Y, Gianola D, Torres-Hernández G, Ramírez-Valverde R, Domínguez-Vivieros J, Rosendo-Ponce A. Caracterización de la lactancia y evaluación genética del ganado criollo lechero tropical utilizando un modelo de regresión aleatoria. Agrocienza 2011; 45: 165-175.
- Vinay-Vadillo JC, Villagómez-Cortés JA, Acosta-Rodríguez MR, Rocher C. Shapes of lactation curves of F1 (Holstein X Zebu) cows in the humid tropic of Veracruz, México. Intl J Anim Vet Adv 2012; 4(6): 370-377.

075 PROPIONATO DE CALCIO Y PROPILENGLICOL EN DIETAS PARA BORREGOS DE ENGORDA

CALCIUM PROPIONATE AND PROPYLENE GLYCOL IN SHEEP FINISHING DIETS

Fernando Campos Quintero¹, Cándido Enrique Guerra Medina¹, Oziel Dante Montañez Valdez², José Andrés Reyes Gutiérrez² García Flores Enrique Octavio¹

¹Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Independencia Nacional 151, Col. Centro, Autlán de Navarro, Jalisco, México. C. P. 48900.

enrique.guerra@cucsur.udg.mx

² Departamento de desarrollo Regional, Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Zapotlán el Grande, Jalisco, México

RESUMEN

Se evaluó el efecto de incluir 1% de Propionato de calcio + propilenglicol (PCaPG), en dietas para borregos de engorda en corral, sobre consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA), pH ruminal, concentración de bacterias totales y celulolíticas en líquido ruminal de borregos. Se utilizaron 16 borregos machos enteros de cruces entre razas Katahdin x Dorper x Pelibuey con peso vivo promedio inicial de 24.0 ± 3.0 kg, el experimento se desarrolló con ocho borregos por tratamiento, se distribuyeron aleatoriamente en un diseño completamente al azar. Los borregos se alojaron en corrales individuales de 1.2 por 1.6 m con comedero y bebedero individual, se dio un periodo de adaptación de siete días, a partir del día ocho se inició la toma de datos, la toma de muestras para análisis fue cada 14 días por un periodo de 42 días. Se evaluaron dos tratamientos: T1 = tratamiento testigo (dieta con 68% de grano de sorgo) y T2 = dieta con 48% de grano de sorgo + 1% propionato de calcio + propilenglicol. No hubo diferencia estadística en el CMS, en la GDP, ni en la CA ($p > 0.05$). Los resultados fueron similares en pH ruminal, concentración de bacterias totales y celulolíticas ($p > 0.05$). Los resultados obtenidos indican que no se afectan las variables productivas, metabólicas y microbiológicas al incluir 1% de propionato de calcio + propilenglicol (PCaPG) como precursor de glucosa en dietas para borregos de engorda en corral.

Palabras clave: propionato de calcio, propilenglicol, borregos de engorda, precursor de glucosa.

ABSTRACT

The effect of including 1% calcium propionate + propylene glycol (PCaPG) in sheep finishing diets on dry matter intake (DMI), average daily gain (DG), feed conversion (FC), ruminal pH, total bacteria count and cellulolytic bacteria on rumen fluid in sheep were evaluated. Sixteen intact male sheep from Katahdin x Dorper x Pelibuey crosses breeds with average body weight of 24.0 ± 3.0 kg were used, the experiment was conducted with eight sheep per treatment, they were divided in a total randomized designed. The sheep's were kept in individual pens of 1.2 m per 1.6 m with single feeders and drinking trough, an adaptation period of seven days was given, from day eighth, a data collection was started, and the sampling for analysis was every 14 days for a period of 42 days. Two treatments were evaluated: T1 = control treatment, diet with 68% grain sorghum and T2 = diet with 48% grain sorghum + 1% calcium propionate + propylene glycol. There was no statistical difference in the DMI, in ADG, or the FC ($p >$

0.05). The results were similar in ruminal pH, total bacterial count and cellulolytic ($p > 0.05$). The results obtained indicate that does not affected productive, metabolic and microbiological variables to include 1% calcium propionate + propylene glycol as a glucose precursor, in diets of sheep finishing.

Key words: Calcium propionate, propylene glycol, sheep finishing, glucose precursor.

INTRODUCCIÓN

La alimentación de los ovinos representa el componente más importante en los costos de producción y es determinante en el comportamiento productivo de los animales en corral de engorda, por tanto es importante considerar tipo, calidad y precio de las dietas así como los ingredientes que la conforman. La población nacional de ovinos se incrementó en los últimos años, de 6.2 millones de cabezas en 2001, a 8.1 millones de cabezas en 2010 y se considera que continuará creciendo en la medida que se muestre mayor capacidad y eficiencia. Sin embargo, el alza en el precio de los granos de los últimos años, impacta a este sistema de producción, se puede intentar reducir la inclusión de granos en la dieta de engorda y buscar fuentes alternas de insumos que permitan bajar el costo de alimentación sin afectar la productividad; entre ellos puede ser el propilenglicol (Ferraro *et al.*, 2009) y propionato de calcio. Biológicamente estos dos precursores de glucosa se usan en ganado lechero para corregir problemas metabólicos. El propionato es el sustrato más importante para la gluconeogenesis en rumiantes. Seal y Reynolds (1993) indican que el propionato provee 32 a 73% de las demandas de glucosa; mientras que el propilenglicol (PPG) es un precursor glucogénico ampliamente utilizado contra la cetosis vía oral, con el fin de incrementar el porcentaje molar de propionato ruminal. El objetivo fue medir el efecto de incluir 1% de Propionato de calcio + propilenglicol (PCaPG), en dietas para borregos de engorda en corral, sobre consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA), pH ruminal, concentración de bacterias totales y celulolíticas en líquido ruminal de borregos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en una granja ovina en Autlán de Navarro, Jalisco, se utilizaron 16 borregos machos enteros de raza Katahdin x Dorper x Pelibuey con peso vivo promedio inicial de 24.0 ± 3.0 kg. Al inicio de la prueba, los animales se desparasitaron interna y externamente, aplicando 0.5 mL de ivermectina por cada 25 kg de peso vivo por vía subcutánea (1 mL contiene 10 mg de ivermectina), se les aplicó 0.5 mL de vitaminas por vía intramuscular (cada mL contiene vitamina A 300 000 UI, vitamina D 45 000 UI, vitamina E 150 mg, selenito de sodio 5.5 mg). Los borregos se alojaron en corrales individuales de 1.2 X 1.6 m con comedero y bebedero, tuvieron un periodo de adaptación de siete días a las dietas experimentales y la toma de datos productivos y muestras para su análisis fue cada 14 días por tres periodos. Las dietas se formularon de acuerdo con los requerimientos nutritivos de NRC de ovinos (2007). Se evaluaron dos tratamientos: T1 = Tratamiento testigo (dieta con 68% de grano de sorgo); T2 = dieta con 48% de grano de sorgo + 1% propionato de calcio y propilenglicol (Cuadro 1). A cada una de las dietas se analizó materia seca, cenizas, nitrógeno proteínico por el método de microkeldahl (AOAC, 1990), fibra detergente neutro (Van Soest *et al.*, 1991). Las variables evaluadas fueron CMS, GDP, CA, pH ruminal, concentración de bacterias totales y celulolíticas (Harrigan y McCance 1979), utilizando las técnicas de cultivo descritas por Hungate (1969), con los medios de

cultivo modificados por Cobos y Yokoyama (1995). Se utilizó un diseño completamente al azar y se analizó ganancia diaria de peso, consumo de materia seca, conversión alimenticia, pH ruminal, con ocho repeticiones por tratamiento mediante PROC GLM y la comparación de medias con Tukey (SAS, 2001).

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales (g 100 g⁻¹, BTC).

Ingrediente	Dieta testigo	Dieta con 1% de Pca + PG
Sorgo entero	35.0	24.0
Sorgo molido	33.5	24.0
Pasta de soya 44	7.0	5.0
Pasta de coco	5.0	5.0
Urea	1.0	1.0
Propionato de calcio + propilenglicol	0	1.0
Mezcla mineral*	2.0	2.0
Aserrín de pino	16.5	19
Salvado de trigo	0	19

BTC: base tal cual. * Cada 100 g contiene: sodio 9.6 g, cloro 14.4 g, calcio 21.14 g, azufre 5.2 g, magnesio 0.8 g, zinc 0.42 g, manganeso 0.26 g, cobalto 10.0 mg, iodo 4.64 mg selenio 0.4 mg.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos de la composición química de las dietas experimentales, hubo variación en el contenido de proteína cruda con respecto a lo planteado en la formulación, debido que las dieta se formularon con 13% de proteína y se observa que el contenido de PC de la dieta de T1 fue 11.60% y 14.1% para la dieta de T2, con relación al contenido de grasa cruda, FDN y cenizas los resultados son similares.

Cuadro 2. Composición química de las dietas experimentales (g 100⁻¹, BTC).

Variable	Dieta testigo	Dieta con 1% de Pca + PG
Humedad	15.92	12.27
Proteína cruda	11.60	14.10
Grasa cruda	3.26	3.38
FDN	45.44	43.72
Cenizas	4.86	4.78

BTC: base tal cual

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de la respuesta productiva y pH ruminal de borregos en engorda. Con respecto al CMS, no hubo diferencia significativa entre tratamientos ($p > 0.05$). El CMS observado en ambos tratamientos se considera adecuado, comparado con otros experimentos realizados, fueron superiores a los que mostraron Guerra *et al.* (2010) 1162 g día⁻¹, y no coincide con los reportado por Oba y Allen (2003), quienes indican que el consumo se reduce al agregar propionato en la dieta, en el rumen o por la vena porta.

Con respecto a la GDP no hubo diferencia entre tratamientos ($p > 0.05$). Los borregos de T1 tuvieron una GDP menor a 300 gramos animal⁻¹ día⁻¹ que fue menor a lo planteado

en la formulación. Estos resultados son superiores a lo reportado en experimentos realizados por Medina *et al.*, (2004) 220.43 g día⁻¹. Con respecto a la CA se observa que no hubo diferencia entre tratamientos ($p>0.05$). Si se compara la CA con otros estudios, es menor a la reportada por Álvarez (2003) 8.5:1. Una mayor eficiencia alimenticia ha sido reportada al usar precursores glucogénicos (Richardson *et al.*, 2003), una mayor concentración de propiónico esta asociada a una menor producción de calor metabólico.

El pH ruminal fue similar entre tratamientos ($p>0.05$) y en ambos fue mayor a 6.0. Los resultados son similares comparados con los de Barcena *et al.*, (2002) que reporta pH de 6.07, 6.11 y 6.10 con dietas en las que se incluyó 30% de rastrojo de maíz como fuente de fibra. Para mantener un equilibrio ruminal y maximizar la respuesta productiva de borregos de engorda en corral, es importante mantener el pH ruminal arriba de 6.0, de esto depende el equilibrio de la microflora ruminal y la concentración relativa de los ácidos grasos volátiles.

Cuadro 3. Respuesta productiva y pH ruminal de borregos.

Variable	Testigo	1% PCa + PG	EEM
Consumo de alimento (g animal ⁻¹ día ⁻¹)	1237.7	1510.2	381.72
Ganancia diaria de peso (g animal ⁻¹ día ⁻¹)	280.0	320.0	101.80
Conversión alimenticia (Consumo A/GDP)	4.60	5.10	3.05
pH ruminal	6.01	6.13	0.32

No hubo diferencia estadística entre tratamientos ($p>0.05$)

EEM: error estándar de la media

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de concentración de bacterias en líquido ruminal, no hubo diferencias entre tratamientos en la concentración de bacterias totales (BT) ni en la concentración de bacterias celulolíticas (BC) (95% confianza). La concentración promedio de bacterias totales en ambos tratamientos se encuentran en el intervalo normal (10^{10} - 10^{12}) bacterias por mL de fluido ruminal (Cobos, 1994). Con respecto a el conteo de bacterias celulolíticas, se encuentra por debajo del nivel normal (10^7 bacterias por mL de fluido ruminal), esto puede ser debido a que el pH ruminal promedio fue de alrededor de 6.0, lo que limita el desarrollo y actividad de este tipo de bacterias.

Cuadro 4. Concentración de bacterias totales y celulolíticas en líquido ruminal de borregos.

Tratamiento	Bacterias totales (10 ¹²)	Intervalo	Bacterias celulolíticas(10 ⁵)	Intervalo
T1	110	23.5 a 514.8	95	5.34 a 117
T2	25	2.0 a 44.4	15	3.2 a 70.2

*Intervalo con 95% de confianza

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio sugieren que el propionato de calcio y propilenglicol se pueden utilizar como precursor de glucosa en dietas para borregos en engorda en corral ya que en este estudio no se afectaron las variables productivas, fermentativas y microbiológicas.

LITERATURA CITADA

- Álvarez MG, Melgarejo L. Ganancia de peso, conversión y eficiencia alimenticia en ovinos alimentados con fruto (semilla con vaina) de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y pollinaza. Vet Méx 2003; 34 (1):39-46.
- AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Vol. 1, 15th Ed. Washington, D. C. Assoc. Office Anal Chem; 1990.
- Bárcena GR, Mendoza MGD, González MSS, Herrera HJG, Mora JG. Respuesta Productiva y Fermentación Ruminal en Borregos Alimentados con Grano de Sorgo Tratado con Amilasas. Agrociencia 2002; 36:31-39.
- Cobos MA. Microbiología del rumen. En: Producción de carne bovina en corrales. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. 1994:165.
- Cobos MA, Yokohama MT. Clostridium paraputrificum var. Ruminantium. Colonization and degradation of shrimp carapaces in vitro observed by scanning electron microscopy. In: Wallace RJ, Lahlou-Kassi eds. Proceedings of a workshop held at International Livestock Research institute. Rumen ecology research planning. Addis Ababa, Ethiopia. 1995: 151-161.
- Ferraro SM, Mendoza GD, Miranda LA, Gutierrez CG. In vitro gas production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses. Anim Feed Sci Technol 2009; 154 (1):112-118.
- Guerra MCE, Cobos PMA, Montañez VOD, Pérez SM. Uso de aserrín de pino (*Pinus patula*) en dietas para borregos en cebo. Tropical and Subtropical Agroecosystems 2010;12 (3): 667-673.
- Harrigan WF, McCance ME. Métodos de Laboratorio en Microbiología de Alimentos y Productos Lácteos España: Ed. Academia, León; 1979.
- Hungate RE. A roll tube method for cultivation strict anaerobes. In: Norris JR, Robins DW eds. Methods in microbiology. New York, USA: Academic press Inc; 1969: 117-132.
- Medina A, González GA, Pérez T. Características permisibles para la clasificación de la canal ovina. Memorias III congreso Nacional de Ovinos Tropicales. México. D.F. 2004:134-141.
- NRC. Nutrient Requirements of small ruminants. Sheep, goats and cervids. Washington, DC: National Academy Press; 2007.
- Oba M, Allen MS. Extent of hypophagia caused by propionate infusion is related to plasma glucose concentration in lactating dairy cows. J Nutr 2003; 133:1005-1112.
- Richardson JM, Wilkinson RG, Sinclair LA. Synchrony of nutrient supply to the rumen and dietary energy source and their effects on the growth and metabolism of lambs. J Anim Sci 2003; 81:1332-1347.
- SAS System for Windows. SAS User's Guide Statistics, SAS Inst. Inc. Cary North Carolina USA.; 2001
- Seal CJ, Reynolds CK. Nutritional implications of gastrointestinal and liver metabolism in ruminants. Nutr Res Rev 1993; 6:185-208.
- Van Soest PJ, Robertson B, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. J Dairy Sci 1991; 74: 3583-3597.

076 INCLUSIÓN DE EXCRETAS PORCINAS Y AVÍCOLAS EN ALIMENTACIÓN DE OVINOS, EFECTOS SOBRE LA RENTABILIDAD, CALIDAD E INOCUIDAD DE LA CANAL

INCLUSION OF PIG AND CHICKEN MANURE IN FEEDING SHEEP, EFFECTS ON PROFITABILITY, QUALITY AND SAFETY OF THE CARCASS MEAT

Sánchez, Ch; David Roman¹, Reyes, C; David Angel, Galindo, G; Jorge¹, Hernandez, G; Jorge¹, Jimenez, P; Cecilia¹, Rodriguez, E; Adolfo¹, Ramirez, A; Mariana.

¹Departamento de Producción Animal, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara, México. e-mail: agrojalisco01.dr@gmail.com; dreyes_85@hotmail.com

RESUMEN

El presente trabajo evaluó los efectos generados en la rentabilidad, calidad e inocuidad del producto carne ovino al emplear excretas porcinas y avícolas como ingrediente en la alimentación. En corderos destetados y durante 10 semanas posteriores empleando 3 tratamientos de similares características nutritivas; 1.- Testigo (TES) alimento balanceado comercial, 2.- (ACC) alimento con 30% de cerdaza, 3.- (ACG) alimento con 30% de gallinaza. En los resultados no se observaron diferencias ($p < .05$) para rendimientos verdaderos y comerciales de la canal que oscilaron alrededor de 50.49% y 49.03% respectivamente; con ganancia promedio diaria de peso de 265 gramos y conversión alimenticia de 5.60. Lo contrario se observó en el consumo de alimento diario, presentándose diferencia ($p < .05$), siendo menor en (TES) 1.4 kg, comparado con 1.69 y 1.77 kg para (ACC) y (ACG) respectivamente. Algunas características organolépticas y de conformación en la canal presentaron ligeras modificaciones, sin embargo el porcentaje de cortes primarios no presentó diferencia ($p < .05$) con promedio de 46.46%. La calidad nutritiva de la carne fue ligeramente mayor en (TES) respecto a (ACC) y (ACG). Se constató la inocuidad, por ausencia de organismos patógenos (*Salmonella*, *E. coli*, *S. aureus*). La relación costo – beneficio, favoreció a (ACG) y (ACC) en comparación a (TES), al obtenerse menor costo del producto final. Fundamentándose en lo anterior se concluye, que las variables correspondientes para calidad e inocuidad del producto cárnico en los tres tratamientos no presentaron afectaciones negativas, en contraste, la rentabilidad en (ACG) y (ACC) fue superior.

Palabras clave: Alimentación, ovinos, excretas, canal cárnico, rentabilidad

ABSTRACT

This study evaluated the effects generated on profitability, quality and safety product sheep meat by employing pig and chicken manure as ingredient in feeding. In weaned lambs and for 10 weeks after 3 treatments of similar nutritional

characteristics were used; 1 -. Witness (TES) commercial feed, 2 -. (ACC) feed with 30% pig manure, 3 -. (ACG) feed with 30% chicken manure. No difference in results were observed ($p < .05$) as for real and commercial carcass meat yields ranging around 50.49% and 49.03% respectively were observed; with average daily weight gain of 265 g and feed conversion of 5.60. The opposite was observed in daily food consumption, presenting difference ($p < .05$), being lower in (TES) 1.4 kg, compared with 1.69 and 1.77 kg (ACC) and (ACG) respectively. Some organoleptic characteristics and carcass conformation showed slight changes, however the percentage of primal cuts presented no difference ($p < .05$) with average of 46.46%. The nutritional quality of the meat was slightly higher in (TES) compared to (ACC) and (ACG). The safety was verified by the absence of pathogens (Salmonella, E. coli, S. aureus). The relation cost - benefit favored (ACG) and (ACC) compared to (TES), obtained at lower cost of the final product. Being based on the above it is concluded that the corresponding variables as for quality and safety of meat product in the three treatments had no negative affectations, in contrast, the profitability in (ACG) and (ACC) were higher.

Keywords: Feeding, sheep, animal manure, carcass meat, profitability

INTRODUCCIÓN

Durante las próximas décadas el mundo estará protagonizando un desarrollo demográfico impostergable aunado al impacto ambiental que esto conlleva, siendo imprescindible el desarrollar sistemas sustanciales que ayuden a preservar los recursos naturales y a la vez producir alimentos de calidad e inocuos en suficiencia para el demandante crecimiento poblacional. En este sentido el sector agropecuario necesita implementar acciones para incrementar la productividad en sus subsectores, siendo los sistemas de producción animal de los principales usuarios de los recursos naturales, de tal manera que la forma en que el hombre gestione los sistemas pecuarios será un factor esencial para la salud del planeta. Capper *et al.* (2009) mencionan que el suelo, agua y el aire son los componentes ambientales más afectados por los desechos que estos sistemas generan, siendo las excretas uno de los principales contaminantes, por lo anterior, es fundamental reciclar y aprovechar los nutrientes contenidos en estas. En este ámbito, los animales rumiantes desempeñan un papel determinante al estar dotados de un mecanismo natural para su digestión. Las excretas de aves han sido empleadas desde hace tiempo en la alimentación de rumiantes, se conocen dos tipos de estas, (pollinaza) aquellos desechos que proviene de la cama de pollos de engorda; (gallinaza) consiste en el material que se acumula en las jaulas de la aves de postura e incluyen heces, orina y alimento. Las excretas de los cerdos (cerdaza), que incluyen heces, orina y residuos de alimentos, y que para su manejo son separados mediante diversos procesos; el ensilado del desecho sólido es uno de los métodos más viables para su reutilización,

al estimular el consumo de la excreta por el ganado, además dicho proceso ayuda a eliminar los elementos patógenos presentes en las mismas. Estos residuos contienen un buen porcentaje de proteína y minerales, pero también contienen algunos elementos tóxicos por lo que se debe cuidar los niveles de empleo en las raciones. El presente trabajo tiene como objetivos el evaluar la productividad y el comportamiento de ovinos alimentados con excretas como ingrediente en su dieta, además de determinar el impacto efectuado sobre la rentabilidad, calidad nutritiva e inocuidad del producto cárnico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 12 borregos (Dorper x Pelibuey) destetados de 70d de edad con un peso inicial de 19 ± 2 kg, alojados en corrales individuales durante un periodo de 10 semanas con alimentación controlada ofreciéndose uno de los tres tratamientos isoproteicos (18% PC) e isoenergéticos (3.0 Mcal EM), 1.-Testigo (TES) alimento balanceado comercial, 2.- (ACC) dieta con 30% de cerdaza, 3.- (ACG) dieta con 30% de gallinaza, cada uno con cuatro repeticiones, los animales fueron pesados con intervalos de 2 semanas para determinación de eficiencia alimenticia, al término del periodo fueron sacrificados. Durante dicho proceso se evaluaron las variables peso vivo al sacrificio (PVS) y peso de la canal caliente (PCC), determinando rendimiento verdadero de la canal y conformación. Se tomaron muestras de tejido (400 gr) por unidad experimental para: análisis microbiológico, corroborando ausencia de patógenos (*Salmonella*, *E. coli*, *S. aureus*), así como, nivel de metales pesados (Cu, Pb y As) en carne por espectrofotometría de absorción atómica, posteriormente determinación de calidad nutritiva por análisis bromatológicos. Tras 24 hrs de refrigeración a 4°C se evaluó peso de la canal fría (PCF) para determinar rendimiento comercial; posteriormente se evaluó porcentaje de cortes primarios y por ende grado de rendimiento (USDA) esto a nivel del ojo de lomo entre la 12° y 13° costilla, evaluándose las variables: área de ojo de chuleta, usando plantilla graduada; espesor de pared, profundidad del lomo y cobertura de grasa dorsal empleando regla tipo vernier, para medición de pH se utilizó potenciómetro de penetración. El color del tejido fue evaluado empleando espectrofotómetro Minolta (modelo BC – 10). Estadísticamente los resultados fueron procesados mediante análisis de varianza y en aquellas variables con diferencia significativa ($p \leq .05$) se utilizó la prueba de distribución *t* de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables correspondientes a la eficiencia alimenticia de los tratamientos se observan en el Cuadro 1. Donde se percibe una tendencia favorable para aquellos animales alimentados con el tratamiento ACC, sin embargo estadísticamente no existe diferencia significativa ($p \leq .05$) entre los mismos.

Cuadro 1. Parámetros productivos de ovinos destetados y alimentados durante 10 semanas con un alimento comercial y 2 dietas con inclusión de 30% de cerdaza y gallinaza respectivamente.

Variable	Testigo	ACC	ACG	Probabilidad
Peso inicial, kg	17.84	21.16	18.44	
Peso final, kg	36.44	40.54	36.35	
Ganancia total de peso, kg	18.60	19.37	17.91	
Ganancia diaria de peso, gr/día	.266	.277	.256	0.85

Los índices productivos de las canales, así como los respectivos rendimientos comercial y verdadero se presentan en el Cuadro 2. Donde el tratamiento Testigo presentó valores ligeramente más elevados, aunque estadísticamente no existe

Cuadro 2. Parámetros productivos de la canal de ovinos alimentados con un alimento comercial y 2 dietas con inclusión de 30% de excretas porcinas y avícolas durante un periodo de 10 semanas.

Variable	Testigo	ACC	ACG	Probabilidad
Peso final, kg	36.44	40.54	36.35	
PVS, kg	35.60	39.58	35.31	
PCC, kg	18.14	19.85	17.77	
PCF, kg	17.61	19.28	17.26	
Rendimiento Verdadero, %	50.95	50.12	50.42	0.78
Rendimiento Comercial, %	49.44	48.69	48.97	0.81

diferencia significativa entre los parámetros propios de cada tratamiento.

El Cuadro 3. Muestra las variables correspondientes a la eficiencia alimenticia de los tratamientos, se observa que el consumo de alimento si presenta diferencia significativa ($p \leq .05$), siendo mayor el consumo en ACG comparado con ACC y Testigo respectivamente, esto se entiende por un menor contenido de materia seca en aquellos tratamientos con inclusión de excreta, donde también algunas características organolépticas del alimento en ACC y ACG propiciadas por el procesamiento (ensilaje), estimularon un mayor consumo, sin embargo no existió diferencia significativa en la conversión alimenticia, donde el tratamiento Testigo presento menor grado. El costo de alimentación fue menor en ACC y ACG respecto al tratamiento Testigo, reflejándose en un menor costo de producción por Kg de carne.

Cuadro 3. Variables correspondientes a la eficiencia alimenticia de ovinos alimentados con un alimento comercial y dos raciones con 30% de excretas porcinas y avícolas respectivamente.

Variable	Testigo	ACC	ACG	Probabilidad
Consumo de alimento, kg	91.70	110.55	115.30	0.02
Conversión alimenticia	4.93	5.70	6.43	0.14
Costo kg de Alimentación, \$	4.81	3.79	3.38	
Costo kg de carne producida, \$	23.71	21.60	21.73	

En general se consideró un nivel de conformación bueno para las canales de los tres tratamientos (Cuadro 4.) sin embargo, los valores de las variables correspondientes para determinación de porcentaje de cortes primarios fueron mejores en los tratamientos ACG y ACC respectivamente comparado al Testigo donde el nivel de engrasamiento corporal fue mayor, efecto de un grado mayor de lipogénesis, atribuible a la diversidad de ingredientes e integridad del alimento comercial.

Cuadro 4. Porcentaje de cortes primarios, conformación y grado de rendimiento USDA en canales de ovinos alimentados con un alimento comercial y dos dietas con inclusión al 30% de excretas porcinas y avícolas como ingrediente.

Variable	Testigo	ACC	ACG
Conformación de canal *	Buena	Buena	Buena
Área de ojo de chuleta, in ²	1.11	1.39	1.23
Grueso de pared corporal, in	.767	.796	.668
Profundidad de lomo, in	1.07	1.12	1.12
Cobertura de grasa dorsal, mm	4.12	2.0	1.5
Cortes primarios, % **	45.87	46.51	47.04
Grado de rendimiento USDA **	3	2	1
*NMX-FF-106-SCFI-2006. Productos Pecuarios-Carne de Ovino en Canal-Clasificación.			
** United States Department of Agriculture.			

En cuanto a la calidad nutritiva del producto carne, el Cuadro 5. Muestra una concentración superior de nutrientes en Testigo respecto a ACC y ACG respectivamente, donde el efecto de la diversidad de piensos y aditivos que contiene el alimento comercial, favorece a una mejor absorción y sintetización de nutrientes, presentando una alimentación más entera. Los niveles de pH se encontraron en rango óptimo en los 3 tratamientos, lo mismo para los colores del cárnico sin embargo se presenta mayor tonalidad en el tratamiento Testigo.

Cuadro 5. Calidad nutritiva de carne de ovino a las 20 semanas de edad, alimentados con un pienso comercial y dos dietas con inclusión del 30% de cerdaza y gallinaza respectivamente.

Elemento nutricional determinado	Testigo	ACC	ACG
Humedad, %	65.60	62.37	68.93
Proteína cruda, %	19.65	16.63	16.44
Extracto etéreo, %	14.17	19.67	15.91
Cenizas, %	0.92	0.73	0.72
Materia seca, %	34.40	37.63	31.07
pH, 24 hrs postmortem	5.51	5.42	5.41
Color	L* 32.9 a* 19.28 b* 2.02	L* 34.99 a* 18.62 b* 2.03	L* 35.26 a* 17.07 b* 1.78

Mediante los resultados de los análisis microbiológicos aplicados en carne (Cuadro 6.) se descarta presencia de agentes patógenos en la misma, deslindando dicho producto cárnico como un agente de zoonosis entre especies, siendo este bajo normas inocuas de faenado, un producto confiable para consumo humano.

Cuadro 6. Examen microbiológico correspondiente a carne de ovinos tras ser alimentados durante 10 semanas con un alimento comercial y 2 dietas con inclusión del 30% de cerdaza y gallinaza respectivamente.

Agente patógeno	Testigo	ACC	ACG	Unidades	Limites	Ref. Analítica
<i>Salmonella</i>	Ausente en 25 g	Ausente en 25 g	Ausente en 25 g	No aplica	-	NOM-114-SSA1-1994
<i>E. coli</i>	< 3	< 3	< 3	NMP/g	-	NOM-114-SSA1-1994

<i>S. aureus</i>	< 100	< 100	< 100	UFC/g	-	NOM-114-SSA1-1994
------------------	-------	-------	-------	-------	---	-------------------

Los niveles máximos de contenido de metales pesados en carne según CODEX–FAO, así como las concentraciones encontradas en el tejido de las canales de cada tratamiento se muestran en el Cuadro 7. Los niveles de cobre y arsénico se encontraron dentro del rango óptimo en los tres tratamientos, no así para el plomo en (TES) y (ACC) que ligeramente sobrepasaron los rangos permisibles.

Cuadro 7. Concentración de metales pesados encontrados en carne de ovino alimentados con un alimento comercial y 2 dietas con inclusión del 30% de cerdaza y gallinaza durante 10 semanas.

Elemento mineral	Niveles máx. en carne de ovino	Testigo	ACC	ACG
Cobre, mg/Kg	30	0.122	0.772	0.317
Plomo, mg/Kg	10	10.314	13.241	7.609
Arsénico, mg/Kg	1	.057	.084	.053

CONCLUSIONES

Con la inclusión de cerdaza y gallinaza a niveles del 30 % en la ración de ovinos estabulados, no se afectó el comportamiento de los mismos, observándose canales con parámetros productivos similares a los de ovinos alimentados totalmente con alimento comercial, obteniéndose menores costos de alimentación y por ende un precio en el producto cárnico inferior, de buena apariencia al mercado y sin afectar la calidad nutritiva e inocuidad del mismo, al no encontrarse elementos patógenos, ni niveles de metales pesados fuera de rango permisibles. Por lo anterior y bajo las condiciones empleadas en dicho trabajo, puede considerarse viable el uso de dichos residuos pecuarios como ingrediente en alimentación de ovinos, sin mostrar afectaciones negativas a la salud y productividad de estos, obteniéndose un producto cárnico de menor costo, inocuo y de calidad aceptable para el consumo humano.

LITERATURA CITADA

Análisis de la calidad de la carne (Tecnología Agroalimentaria. CIATA. Edición especial) 1998. 43:44;

Capper J, Hayes D. The environmental and economic impact of removing growth-enhancing technologies from U.S. beef production. Anim SCI Oct 2012 vol. 90 no.10 (3527 – 3537); Codex Alimentarius FAO – OMS. 2013. Norma General para los Contaminantes y toxinas en alimentos y piensos; Cordero M, Morales J. Uso de pollinaza y gallinaza en la alimentación de rumiantes.

SAGARPA-INIFAP-CIRNE. 2009; Criterios para clasificar las canales de los ovinos. (NMX-FF-106-SCFI-2006. Productos Pecuarios- Carne de Ovino en Canal-Clasificación);

http://chapingo.mx/produccionanimal/images/stories/documentos/Lineas_de_investigacion/5_Impacto_ambiental_de_sistemas_pecuarios.pdf. Consultado Jul 5. 2014;

Official United States Standards for Grades of Carcass Beef. USDA – AMS. United States Department of Agriculture. 2002; Zimmerman M. Calidad de carne en pequeños rumiantes. INTA No.53-2009.

077 DEGRADACIÓN *IN VITRO* DE RASTROJO DE MAÍZ Y PUNTA DE CAÑA CON ADICIÓN DE UREA

CORN STOVER AND SUGARCANE STRAW *IN VITRO* DEGRADATION WITH ADDITION OF UREA

José Alberto Corona Cruz¹, Cándido Enrique Guerra Medina¹, Oziel Dante Montañez Valdez², Andrés Reyes Gutiérrez²

¹Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Independencia Nacional 151, Col Centro, Autlán de Navarro, Jalisco, México. C. P. 48900.
alberto.agro@hotmail.com

²Departamento de Desarrollo Regional, Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Zapotlán el Grande, Jalisco, México

RESUMEN

Se evaluó el efecto de incluir 1% de urea en la degradación *in vitro* de rastrojo de maíz (RM) y punta de caña (PC). Las muestras utilizadas se cosecharon a los 150 y 310 días respectivamente. Se evaluaron dos tratamientos T1 = tratamiento testigo (RM ó PC sin urea), T2 = RM ó PC con 1% de urea. Para la degradación *in vitro* los forrajes se incubaron a 0, 12, 24, 48, 72 y 96 horas en condiciones de anaerobiosis. No hubo diferencia en la degradación *in vitro* del RM entre tratamientos ($p>0.05$); mientras que la degradación *in vitro* de la PC fue mayor en el tratamiento donde se incluyó 1% de urea a las 12, 24, 48, 72 y 96 horas de incubación.

Palabras clave: degradación *in vitro*, rastrojo de maíz, punta de caña.

ABSTRACT

The effect of including 1% urea in vitro degradation of corn stover (CS) and sugarcane straw (SS) was evaluated. The utilized samples were harvested at 150 and 310 days respectively. Two treatments, T1 = witness treatment (CS or SS without urea), T2 = CS or SS with 1% urea were evaluated. For in vitro degradation, fodders were incubated at 0, 12, 24, 48, 72 and 96 hours under anaerobic conditions. There was not a difference in the in vitro degradation of CS between treatments ($p>0.05$); while the in vitro degradation of SS was greater in the treatment in which 1% urea was added at 12, 24, 48, 72 and 96 hours of incubation.

Key words: degradation *in vitro*, corn stover, sugarcane straw.

INTRODUCCIÓN

En México el rastrojo de Maíz es un subproducto de la producción de Maíz, de gran importancia para la alimentación de rumiantes, que a pesar de tener un bajo contenido de nutrientes y poca digestibilidad ruminal, por su alto contenido de lignina, tiene un importante valor en la transformación de productos útiles para el hombre. En México se producen alrededor de 70 millones de toneladas de residuos agrícolas de los cuales el rastrojo de Maíz representa el 58% (INEGI, 1997). La punta de Caña es un esquilmo de la producción de Caña de azúcar, en México incrementa gradualmente su importancia ya que en algunas zonas del país es el complemento del pastoreo en temporada de

estiaje (Fuentes *et al.*, 2001), de fácil adquisición (Cano *et al.*, 2003) por la alta mecanización que tiene el excluirlo de la producción de azúcar (Torres, 1989). Su deficiencia de proteína bruta ocasiona bajos consumos y pobres ganancias de peso (Martín, 2004). La adición de nitrógeno no proteico (NNP) en el forraje lignificado promueve el crecimiento de la masa microbiana (Ramírez, 2003). Por lo anterior el presente estudio tiene la finalidad de evaluar la adición de NNP (urea) sobre la degradación *in vitro* de rastrojo de Maíz (*Zea mays*) y punta de Caña (*Saccharum officinarum* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el laboratorio de biotecnología ubicado en el Centro Universitario de la Costa Sur, de la Universidad de Guadalajara, en la ciudad de Autlán de Navarro, Jalisco. Los forrajes que se utilizaron para evaluar la degradación *in vitro* fueron el rastrojo de Maíz (*Zea mays*) de 150 días de edad y la punta de Caña (*Saccharum officinarum* L.) de 310 días de edad. El análisis químico proximal de los forrajes experimentales se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal del CUSUR, ubicado en Ciudad Guzmán, Jalisco. A cada uno de los forrajes, se le analizó proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda y cenizas por el método de microkeldahl (AOAC, 1990), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) (Van Soest *et al.*, 1991).

Para la degradación *in vitro* de los forrajes se utilizó la técnica descrita por López *et al.*, (1999) con medios de cultivo anaerobios (Cobos y Yokoyama, 1995). Se depositaron 20 mL de medio de cultivo y aproximadamente 0.2 g de muestra por triplicado en frascos estériles de 50 mL con flujo de CO₂. Para inocular los medios de cultivo se depositaron 2 mL de líquido ruminal fresco, obtenido de una oveja adulta alimentada con una dieta 70% de forraje y 30% alimento balanceado al 16% de PC, y se incubaron a 38°C por 0, 12, 24, 48, 72 y 96 h. Para determinar la cantidad de muestra degradada, se usó la técnica de filtrado con papel filtro Wathman No 541, con la ayuda de una bomba de vacío. El material recuperado se secó a 60°C por 24 h y se pesó para calcular el porcentaje de material degradado. Se utilizó un diseño completamente al azar analizando el % de degradación *in vitro* de la materia (MS), con tres repeticiones por tratamiento mediante PROC GLM y la comparación de medias con Tukey (SAS, 2001).

RESULTADOS DE DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de composición química de los forrajes. Hubo variación en el contenido de los nutrientes, el rastrojo de Maíz tiene mayor contenido de proteína cruda (PC), grasa cruda (GC), fibra cruda (FC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA), la punta de Caña tuvo mayor contenido de cenizas (C), a diferencia de estudios realizados por Shimada (1987) donde el contenido de PC fue de 5.4% en base seca, y FC 33%. Fuentes *et al.*, (2001) menciona que el rastrojo de Maíz contiene 4.9% de PC, 72.4% de FDN y 46.7% de FDA, existiendo una mayor relación con los resultados que muestra el Cuadro 1. Duque *et al.*, (2009) en su estudio muestra diferencia en la composición química de la Caña de azúcar (planta completa) de 2.15% en PC, 43.2% FDN, 25.2% FDA y 2.5% de C, en comparación con la punta de Caña que se valora en este trabajo.

Cuadro 1. Composición química del rastrojo de Maíz y la punta de Caña (% base seca).

Nutriente	Rastrojo de maíz	Punta de caña
Proteína Cruda (%)	3.96	2.59
Grasa Cruda (%)	1.12	0.94
Fibra Cruda (%)	38.02	37.36
Fibra Detergente Neutra (%)	74.19	68.87
Fibra Detergente Acida (%)	46.55	44.33
Cenizas (%)	4.92	5.67

En el cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos de la degradación *in vitro* del rastrojo de Maíz a las diferentes horas. Se encontró diferencia estadística en la degradación de la hora cero ($p < 0.05$), que fue mayor en el tratamiento con la adición de 1% de urea, mientras que en las horas 12, 24, 48, 72 y 96 no hubo diferencia estadística ($p > 0.05$) entre tratamientos, lo que indica que la adición de urea no mejoró la degradación *in vitro*. A diferencia de Martínez *et al.*, (2012) que en sus resultados de degradación *in vitro* muestra que la degradación a la hora 0 no muestra diferencia estadística ($p > 0.05$) entre los tratamientos sin urea y con urea, atribuyendo el resultado al poco tiempo de acción de los microorganismos, pero en las horas 24, 48 y 72 muestra una diferencia estadística ($p < 0.05$) donde los tratamientos con la adición de urea muestran una mayor degradación *in vitro*.

Cuadro 2. Degradación *in vitro* de rastrojo de Maíz (%).

Hora	Sin urea	+ 1% de urea	E.E.M
0	22.80 ^b	26.00 ^a	0.90
12	22.90	27.36	2.79
24	37.20	36.23	2.79
48	45.66	46.96	4.08
72	47.73	52.80	5.85
96	56.40	55.83	3.53

^{a, b}: Literales diferentes en la misma hilera indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0.05$).
EEM: error estándar de la media.

En el cuadro 3 se muestran los resultados obtenidos de la degradación *in vitro* de la punta de caña a las diferentes horas; hubo diferencia estadística entre tratamientos a la hora 12, 24, 48, 72 y 96 ($p < 0.05$), con mayor porcentaje de degradación en el tratamiento donde se adicionó 1% de urea. Duque *et al.*, (2009) determinó que la planta completa de Caña de azúcar presenta degradaciones *in vitro* de 43.9%, 57.7%, 62.3%, 61.0% y 68.9%, a las horas de incubación 12, 24, 48, 72 y 96 respectivamente, con la adición de 3% de urea, mostrando que la punta de Caña con 1% de urea tiene una degradación similar a la presentada por la planta completa.

Cuadro 3. Degradación *in vitro* de punta de caña (%).

Hora	Sin urea	+ 1% de urea	E.E.M
0	38.73	41.80	1.81
12	38.80 ^b	43.93 ^a	1.66
24	39.06 ^b	53.66 ^a	4.06
48	40.76 ^b	60.06 ^a	2.28
72	45.60 ^b	63.46 ^a	3.31
96	46.46 ^b	67.56 ^a	4.16

^{a, b}: Literales diferentes en la misma hilera indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0.05$).
EEM: Error estándar de la media.

LITERATURA CITADA

- AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical. 1990; 1 (15): 425-496.
- Cano A, Aranda I, Mendoza M, y Pérez P. Comportamiento de toretes en pastos tropicales con caña de azúcar y enzimas fibrolíticas. Tecnológico Perú 2003. México.
- Cano L, Aranda E, Mendosa G, Pérez J y Ramos J. Comportamiento de toretes en pastos tropicales suplementados con caña de azúcar y enzimas fibrolíticas. Técnica Pecuaria México 2003; 41: 153-164.
- Cobos MA y Yokoyama MT. *Clostridium paratrificum* var. *ruminantium*. Colinaza and degradation of srimpccaparaces *in vitro* observed by scanning electron microscopy. In: Proceedings of a workshop held at international Livestock Research Institute.1995; 151-161.
- Duque M, Noguera RR y Restrepo LF. Efecto de la adición de urea protegida y sin protección sobre la cinética de degradación *in vitro* del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Grupo de investigación en Ciencias Agrarias 2009; 4 (21)
- Fuentes J, Magaña C, Suarez L, Peña R, Rodríguez S, y Ortizde la Rosa B. Análisis químico de la digestibilidad "*in vitro*" de rastrojo de maíz. Agronomía mesoamericana 2001; 12 (2):189-190.
- INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. El sector agroalimentario en México, INEGI; 1997.
- López S, Carr MD, González JS y Ovejero FJ. Comparison of different *in vitro* and *in situ* methods to estimate the extent and rate of degradation of hays in the rumen. Anim. Feed Sci. Technol 1999;(73): 99-113.
- Martin MPC. La alimentación del ganado con Caña de azúcar y sus subproductos. Instituto de Ciencias Animal. La Habana Cuba. 2004; (1-35):131-147.
- Martínez TG, Ortega CME, Landois PL, Pineda OA y Pérez PJ. Rendimiento productivo y las variables ruminales de corderos alimentados con rastrojo de Maíz tratado con urea. Rev Mex Cienc Agríc 2012; 3 (6).
- Ramírez LRG. Nutrición de rumiantes, sistemas extensivos. 3ra ed. México. Ed. Trillas. 2003.
- SAS System for Windows. SAS User's Guide Statistics, SAS Inst. Inc. Cary North Carolina USA. 2001.
- Shimada A. Alimentos su composición y evaluación. In: Fundamentos de nutrición animal comparada 1987;(29-41): 350-354.
- Torres PJ. Fitotecnia de la caña de azúcar. Centro Universitario de Matanzas. 1989; 519-520.
- Van Soest PJ, Robertson B and Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition 1990; 74 (10): 3583-3597.

**078 INDICE DE PROLIFICIDAD EN OVINOS PELIBUEY, KATAHADIN Y SUS
CRUZAS
EN EL NORTE DE TAMAULIPAS**

**PROLIFICACY INDEX IN PELIBUEY AND KATAHADIN SHEEP AND THEIR
CROSSES IN NORTHERN TAMAULIPAS**

Rubén Darío Garza Cedillo^{*1}; Manuel de la Garza Caballero¹, Pedro Hernández Rojas²
y Andrés Gilberto Limas Martínez³

¹Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, ²Sitio Experimental Zaragoza-INIFAP,

³Facultad de Ingeniería y Ciencias-UAT; garza.ruben@inifap.gob.mx
Carretera Matamoros-Reynosa Km 61 C.P. 88900 Cd. Río Bravo, Tam.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el índice de prolificidad en ovinos de pelo. Se utilizaron tres grupos raciales de ovinos, $\frac{3}{4}$ Katahdin, Katahdin y Pelibuey. La variable de respuesta fue el índice de prolificidad. Los resultados obtenidos indicaron que el mayor promedio de corderos nacidos por oveja se observó en el grupo racial Pelibuey (1.89 ± 0.83), el cual resultó superior ($P < 0.05$) al valor obtenido en el grupo racial $\frac{3}{4}$ Katahdin (1.14 ± 0.38) y Katahdin (1.36 ± 0.79). Las ovejas del grupo racial Pelibuey muestran prolificidad superior que las hembras del grupo racial $\frac{3}{4}$ Katahdin y Katahdin, por lo que pueden ser consideradas como la línea materna ideal para la producción de ovinos de pelo en el norte de Tamaulipas.

Palabras clave: Ovinos de pelo, grupo racial, prolificidad.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the rate of hair sheep prolificacy. Three racial groups of sheep, $\frac{3}{4}$ Katahdin, Katahdin and Pelibuey were used. The response variable was the rate of prolificacy. The results showed that the highest average of lambs born per ewe was observed in Pelibuey racial group (1.89 ± 0.83), which was higher ($P < 0.05$) to the value obtained in the $\frac{3}{4}$ Katahdin (1.14 ± 0.38) and Katahdin (1.36 ± 0.79) racial group. Sheep Pelibuey racial group shows superior prolificacy of females $\frac{3}{4}$ Katahdin and Katahdin racial group, so be considered as the maternal line for the production of hair sheep in northern Tamaulipas.

Key words: Hair sheep, racial group, prolificacy.

INTRODUCCIÓN

En México la ovinocultura se ha caracterizado por estar en manos de pequeños productores rurales, pobres y con escaso acceso a insumos y tecnologías modernas. Sin embargo, el crecimiento de la demanda de carne ovina ha excedido marcadamente

al demográfico, lo que ha implicado mayor dependencia de importaciones, aparte de su efecto en los precios internos de los ovinos y su carne que los ubican en alrededor del doble del de bovinos. Estas características del mercado se han convertido en una oportunidad atractiva para intensificar los sistemas de producción, desde la cría hasta la finalización y han atraído la inversión a nuevas formas de producción en ovinos, donde se destacan los sistemas intensivos de cría en praderas de riego y la finalización de corderos en confinamiento, con dietas basadas en concentrados (De Lucas y Arbiza, 2000).

Entre los componentes que constituyen los sistemas de producción animal, la raza tiene importancia especial, porque en sus características se fincan en buena medida los objetivos de la explotación. Las razas, como los sistemas, son dinámicos a través de los procesos de selección, principalmente para los parámetros de importancia productiva, de tal manera que cuando se le compara en el tiempo se pueden encontrar cambios significativos. Las razas ovinas actuales, cuyo objetivo es la producción de carne o lana y carne, basan su eficiencia en la tasa reproductiva, en la velocidad de crecimiento y en la eficiencia de conversión. Cada una de estas características puede ser afectada por diversos factores que modifican su expresión (Parker, 1996; De Lucas *et al.* 2003). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el índice de prolificidad en ovejas de pelo de tres grupos raciales.

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), en el municipio de Río Bravo, Tamaulipas, en donde prevalece un clima tropical seco (Silva *et al.*, 2007). Se utilizaron registros de 74 ovejas paridas durante el mes de julio del 2014 (7 del grupo $\frac{3}{4}$ Katahdin, 39 del Katahdin y 28 Pelibuey). Los sementales Katahdin y Pelibuey utilizados fueron de raza pura. El rebaño ovino se manejó bajo condiciones de pastoreo en praderas de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*) durante todo el año, con 100 g de un suplemento alimenticio con 14 % de proteína cruda. Las ovejas fueron expuestas al semental mediante empadre de 35-40 días. El manejo sanitario incluyó dos tratamientos contra parásitos intestinales y pulmonares, durante los periodos (marzo-abril y septiembre-octubre), asimismo se realizaron vacunaciones contra *Clostridium* spp, Carbón-Edema y aplicación de vitaminas (A, D, E) periódicamente. Las borregas paridas fueron separadas del rebaño y alojadas con su cría en un corral de amamantamiento, en donde recibieron alimento a libre consumo, se vigiló que expulsaran la placenta y amamantaran a la cría, para asegurarse que ésta recibiera el calostro de su madre. Después, las borregas se manejaron en un lote de lactación, se pastorearon y recibieron 500 g de concentrado (14 % de PC y 2.4 Mcal EM) diariamente. Durante la temporada de pariciones se identificaron los corderos, registrándose el número de corderos por oveja. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando análisis de varianza (SAS, 2004) bajo un diseño completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mayor promedio de corderos nacidos por oveja se observó en el grupo racial Pelibuey (1.89 ± 0.83), el cual resultó superior ($P < 0.05$) al valor obtenido en el grupo racial $\frac{3}{4}$ Katahdin (1.14 ± 0.38) y Katahdin (1.36 ± 0.79) (Figura 1). En este sentido, Hinojosa y Hernández (2005), mencionan índices de prolificidad de 1.17 corderos/parto en grupos racial Blackbelly con Pelibuey, mientras que en cruzas de Katahdin los valores de prolificidad fueron de 1.16 corderos/parto, resultados que son similares a los obtenidos en el grupo racial $\frac{3}{4}$ Katahdin. Al respecto, Sampallo (2009), indica que el índice de prolificidad en ovejas Pelibuey fue de 1.6 ± 0.5 , mientras que los valores en Katahdin fueron de 1.3 ± 0.4 corderos/parto, respectivamente, resultados que son similares a los obtenidos en el presente estudio.

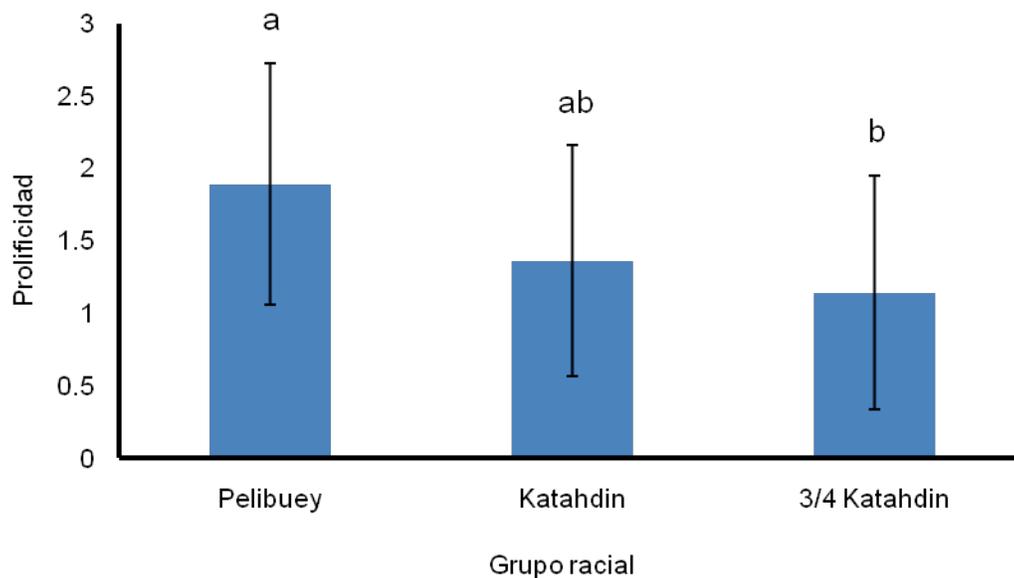


Figura 1. Índice de prolificidad en ovinos de pelo en el norte de Tamaulipas. Valores con distinta literal entre columnas son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

Otros estudios (Ferrer *et al.*, 2002), reportan valores de prolificidad de 1.54 para ovejas Pelibuey, los cuales son inferiores a los obtenidos en este estudio. Por otro lado, González *et al.* (2014) obtuvo índices de prolificidad de 1.35 corderos/parto en ovejas Katahdin, resultados similares a los obtenidos en el presente estudio para el mismo grupo racial de ovejas. En las razas de pelo se ha observado que el índice de prolificidad es relativamente bajo, pues sólo entre el 40 y el 70 % de los partos son gemelares y rara vez se observan partos triples (Rojas *et al.*, 2006). Asimismo, un mayor número de corderos por hembra implica una competencia por los nutrientes dentro del útero y por la leche materna, (González *et al.*, 2002, Yazdi *et al.*, 1999).

CONCLUSIONES

Las ovejas del grupo racial Pelibuey muestran una prolificidad superior que las hembras del grupo racial $\frac{3}{4}$ Katahdin, por lo que pueden ser consideradas como la línea materna idónea para la producción de ovinos de pelo en el norte de Tamaulipas, ya que es la que le brindará mayor ganancia al productor.

LITERATURA CITADA

- De Lucas TJ y Arbiza AS. Producción ovina en el mundo y México. México D.F. Editores Mexicanos Unidos. 2000.
- De Lucas TJ, Zarco QLA, González PE, Tortora PJ, Villa GA, Vásquez PC. Crecimiento predestete de corderos en sistemas intensivos de pastoreo y manejo reproductivo en el altiplano central de México. *Vet. Méx.*, 2003; 34(3):236-245.
- Ferrer AA, Lucero MFA, González RA. Estadísticas de comportamiento productivo y reproductivo de ovejas F1 Katahdin, Pelibuey y Blackbelly en el Trópico Húmedo. II Taller Ovinos del Golfo y Noreste de México. 2002(1):13-16.
- González GR, Torres HG, Castillo AM. Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. *Revista Veterinaria* 2002; 33:443-453.
- González GA, Urrutia MJ, Gámez VHG. Comportamiento reproductivo de ovejas Dorper y Katahdin empadradas en primavera en el norte de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 2014; 17:123-127.
- Hinojosa CJA, Hernández JO. Comportamiento reproductivo de ovejas Blackbelly y sus cruza con Pelibuey, Dorper y Katahdin en Centla, Tabasco, México. Memoria del IV Seminario de Producción de Ovinos en el Trópico. Tabasco, Mexico. 2005: pp. 8-13.
- Parker CHF. Sheep breed dynamics in the United States. National Sheep Genetics Symposium; Columbus (Ohio) USA. The American Sheep Industry Association. 1996; pp.1-3.
- Rojas RO, Bores R, Urrutia MJ, Murguía OM y Beltrán LS. Prácticas de manejo de ovinos de pelo en la Huasteca. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental San Luis. Folleto Técnico No. 27. San Luis Potosí, S. L. P. México. 2006: 98 p.
- Sampallo HM. Evaluación productiva de grupos raciales de ovinos de pelo en el norte de Tamaulipas [tesis maestría]. Tamaulipas, México: Universidad Autónoma de Tamaulipas; 2009.
- SAS Institute STAT/SAS User's Guide, release 9.1 ed. SAS Institute, Cary, NC. 2004.
- Silva SMM, Medina G, Ruiz U, Serrano V, Díaz G, Cano MA. Estadísticas climatológicas del estado de Tamaulipas (período 1961-2003). Libro Técnico No. 2. INIFAP CIRNE-CERIB. 2007; 316 p.
- Yazdi MH, Johanson PK, Gates A, Näsholm H, Jorjani, Liljedahl LE. Bayesian analysis of birth weight and litter size in Balushi Sheep using Gibb's sampling. *Journal Animal Science* 1999; 73:533-540.

079 Fecal shedding of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in early stage of paratuberculosis; study in sheep model

Elizama Ponce Barraza, Tomás Cardenas Reyna, Víctor Manuel González Vizcarra, Gerardo Enrique Medina Basulto, Sawako Hori-Oshima*

Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California, Km. 3.5 Carretera San Felipe, Fracc. Campestre, Mexicali, Baja California, C.P. 21387, México, Tel: (686) 563-69-06 Ext.143, Fax: Ext.113,

*Correspondencia: shori@uabc.edu.mx

ABSTRACT

Paratuberculosis (PTB) is chronic granulomatous enteritis in ruminants caused by *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* (Map). In Baja California, we have detected sheep flocks severely affected by PTB. The largest problem in paratuberculosis control is the difficulty of detecting infected animals. The available serological tests with insufficient sensitivities (15-40%) detect only less than a half of subclinical animals. One alternative to serological tests is direct detection of Map in feces by bacteriological culture or by PCR. The objective of this study was to develop an experimental infection model of ovine paratuberculosis and to determine the Map fecal excretions. Three male lambs of 3 months of age, cross breed of Katahdin and Dorper, were orally infected. Blood and feces were collected for 30 months to perform bacteriological culture, PCR and ELISA test. The qPCR for IS900 fragment of Map confirmed the fecal excretion of Map in the initial period of infection (0-4 months post infection; PI) and during 26-30 months PI. All three animals were seronegatives until the conclusion of this study. These results confirm the significance of Map shedders as sources of new infection within the flock. The direct fecal qPCR is a powerful tool to be used in control programs, detecting Map shedders in early stage of the disease before they are converted to seropositives. Sheep experimental model obtained in this study will serve for studies of immunopathology, providing us the basis for development and optimal application of diagnostic tests for PTB.

Keywords: Paratuberculosis, Map, qPCR, sheep, experimental model

INTRODUCCIÓN

La paratuberculosis (PTB) o enfermedad de Johne (JD) es una enfermedad infecto contagiosa, producida por *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* (Map). Se caracteriza por una enteritis crónica y linfadenitis granulomatosas, principalmente en rumiantes domésticos y silvestres, provocando disminución en la producción de leche, baja fertilidad y la eliminación precoz de animales del rebaño (Harris y Barletta, 2001). Para el diagnóstico de la PTB no es posible utilizar un solo método, dado las diferentes respuestas inmunes en el huésped durante el curso de la enfermedad. Map reside en el interior de los macrófagos, causando una infección latente por 2-10 años o más, dando como resultado una respuesta inmune humoral baja en etapas subclínicas, lo cual desfavorece a las pruebas serológicas como ELISA,

resultando un rango de sensibilidad baja (15-40%). Una alternativa es la detección directa de Map excretada en heces de animales infectados. Para ello se ha utilizado comúnmente cultivo bacteriológico fecal con medio sólido complementado con micobactina. Sin embargo el crecimiento de Map es extremadamente lento, teniendo un tiempo de análisis de 4 meses o más. Otros factores que hacen difícil el uso convencional de la bacteriología en programas de control son su alto costo (\$35 USD/muestra) y la falta de personal capacitado para el proceso. Es de suma importancia contar con la técnica de PCR con alta sensibilidad para la detección directa de Map en heces, especialmente para etapas tempranas de la infección. Un diagnóstico oportuno y el empleo de buenas prácticas de manejos son factores esenciales para cortar la cadena de transmisión de la enfermedad dentro del rebaño.

Estudios longitudinales en modelos ovinos de infección experimental serán de gran utilidad para determinar la patología e inmunopatología de la paratuberculosis ovina, en condiciones de medioambiente de Baja California, permitiéndonos optimizar el uso de herramientas diagnósticas más apropiadas por etapas de la infección. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue el desarrollo de un modelo experimental ovino con paratuberculosis, determinación del patrón temporal de excreción fecal de Map así como la respuesta inmune humoral en animales infectados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Modelo ovino: Se utilizaron 3 corderos machos, cruce con Katahdin y Dorper de 3 meses de edad aproximadamente, provenientes del corral de producción ovina del IICV-UABC. El corral no se tiene historial de paratuberculosis ovina y todas las hembras reproductoras así como tres corderos utilizados fueron verificados seronegativos a paratuberculosis mediante la prueba ELISA comercial (Inst. Pourquier-IDEXX). Se prepararon inóculos de Map (cepa de referencia ATCC19698) mediante cultivo líquido en medio Middlebrook 7H9 con 10% de OADC (ácido oleico-albumina-dextrosa- NaCl) y 2 µg/ml de Micobactina J, incubando aproximadamente 2 meses a 37°C sin agitación. Cada dosis de inoculación contuvo 1ml de la suspensión de Map (1.7×10^7 UFC) y 9ml de agua destilada estéril. Se inoculó por vía oral introduciendo una sonda por el esófago. A inicio de junio de 2011, se infectaron en total 4 dosis por cada animal con un intervalo de 1 día después de la primera dosis.

Muestras: La toma de muestras tanto de sangre como de heces, se realizó cada 2 semanas durante los meses uno, dos y tres, cada mes los meses cuatro, cinco y seis. Se hizo un muestreo en el mes nueve, posteriormente se monitoreo la respuesta humoral de estos animales mediante ELISA comercial cada 6-8 meses. Las muestras de sangre se centrifugaron durante 10 minutos a una velocidad mínima de 1500g para la obtención del suero el cual se almacenó a -20°C para su posterior uso en las pruebas serológicas (ELISAs). Las muestras de heces fueron almacenadas a -80°C para el propósito de cultivo bacteriológico en medio sólido y líquido (Middlebrook 7H10 y 7H9), y a -20°C para fines de la detección molecular de Map mediante PCR en tiempo real.

PCR en tiempo real (qPCR): La detección molecular de Map excretado en heces fue realizada mediante el qPCR de un fragmento de la Secuencia de Inserción (IS900) del genoma de Map. Se utilizaron un par de cebadores específicos: MP10-1 (5'-ATGCGCCACGACTTGCAGCCT-3') y MP11-1 (5'GGCACGGCTCTTGTTGTAGTCG-3'). Se utilizó el kit de SYBR Green Master (BioRad), con los parámetros de PCR según Kawaji y col. (2007). La amplificación del producto específico (183pb) fue verificado mediante el análisis de disociación de 60 a 95°C. Se incluyó la curva estándar de la amplificación con la dilución en serie (1 a 10⁻³) del ADN genómico de Map ATCC 19698 extraído con un kit comercial (DNeasy[®] tissue extraction kit, QIAGEN, Inc.).

ELISAs: La verificación de la respuesta humoral en animales infectados se llevó a cabo con un kit comercial de ELISA (Paratuberculosis screening, Institut Pourquier-IDEXX) realizado según las instrucciones del fabricante. Adicionalmente se realizó un ELISA propio desarrollado en nuestro laboratorio (Etanol-Vortex ELISA; EVELISA) utilizando antígenos lipídicos de superficie de Map según la metodología de Eda y col. (2006)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los tres animales infectados experimentalmente se observó el crecimiento de colonias en las primeras dos semanas post-inoculación (PI), lo que confirma la viabilidad de los bacilos administrados por vía oral. La intensidad de excreción no fue igual en las muestras positivas de los tres animales, sin embargo han excretado Map a 2 semanas consecutivas PI, lo que indica el establecimiento de la infección en modelos experimentales (Hines et al. 2007). En modelos ovinos se ha reportado por otros autores, que la raza Merino ha sido caracterizada más susceptible a la infección por Map que otras razas, pero no se ha encontrado en la literatura el uso de la raza Katahdin o Dorper como modelo experimental (Hines, 2010).

Como se resume en la figura 1, la excreción fecal de Map no fue continua posteriormente; en el mes 1 PI dos animales resultaron negativos a la excreción mientras que el tercer animal mostró la excreción detectable en los meses 2 y 4 PI. En el mes 10 PI los tres animales fueron negativos a la excreción fecal. En la figura 1, se resumen los resultados de qPCR fecal de ovinos infectados en los meses 26-30 PI. El ensayo de qPCR que se utilizó en este trabajo fue reportado con una sensibilidad analítica de 10 Map viables por gramo de heces de ovinos (Kawaji et al. 2007).

El PCR directo de heces tiene como ventaja la identificación rápida de excretores de Map, comparado con el cultivo el cual tarda alrededor de 4 meses. Permittiéndonos acelerar el proceso de control mediante la eliminación oportuna de los excretores. Sin embargo el PCR tiene como limitación la especificidad debido a la presencia de fragmentos similares al gen blanco (IS900) en otras micobacterias ambientales (Cousins et al., 1999) así como también no diferencia entre bacilos vivos o muertos ingeridos y excretados. Esta excreción de Map adquirida por medioambiente se considera como excreción pasiva y no debería interpretarse como evidencia de la infección (Fecteau et al., 2010).

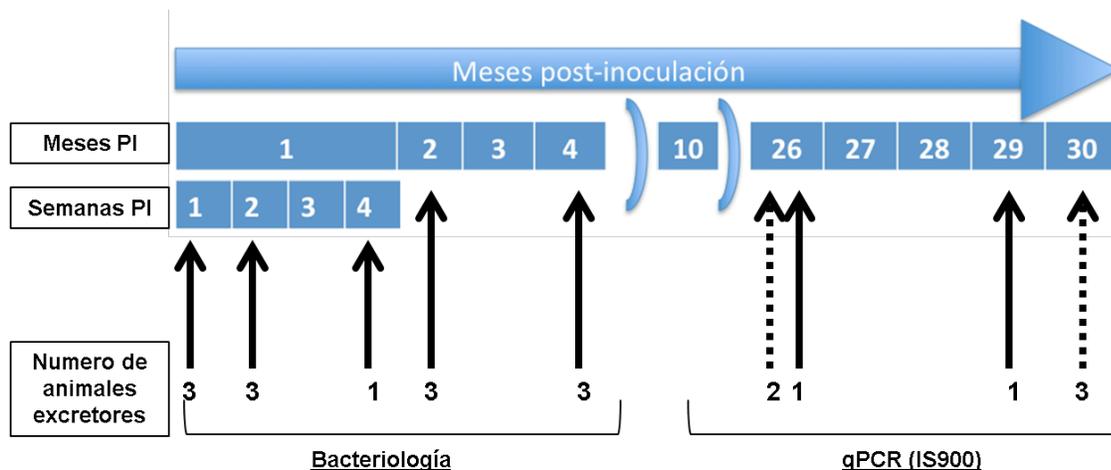


Figura 1. Excreción fecal de Map en modelo ovino de la paratuberculosis.

Se estableció la infección experimental de la PTB en los tres ovinos de la raza Katahdin, verificándose la excreción fecal de Map en la etapa temprana hasta tres meses post-infección (PI) (flechas con líneas sólidas). Además se confirmó mediante el qPCR la excreción fecal de Map en dos animales en etapa subclínica (uno en el mes 26 PI, el otro en el mes 29 PI), con evidencias de excreción leve en todos los tres animales en el mes 30 PI. Líneas discontinuas representan el nivel de la excreción leve.

Los tres animales a 30 meses PI no mostraron signos aparentes de la PTB como diarrea, emaciación y pérdida de pesos. Hasta la fecha se encuentran en buena condición corporal, concordando con la literatura, en la cual se reportan tiempo prolongado (3-5 años o más) para desarrollar signos clínicos en animales con infección natural o experimental (Begg y Whittington, 2010). Estos tres animales subclínicos fueron negativos a la prueba comercial de ELISA (Institut Pourquier-IDEXX), el kit comúnmente utilizado en países de Europa, América, y Asia, lo que confirma las limitaciones de baja sensibilidad de esta prueba de ELISA convencional (Dargatz *et al.*, 2001, Sergeant *et al.*, 2003, Gumber *et al.*, 2006, Van Weering *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

En el presente estudio se logró establecer la infección subclínica caracterizada por la excreción fecal de Map a 26-30 meses PI. Estos modelos experimentales de la paratuberculosis son útiles para estudios de la interacción de huésped-patógeno, la inmunidad local y el sistema del huésped, ayudando a la evaluación de ensayos diagnósticos, candidatos a vacunas y terapéuticos.

LITERATURA CITADA

- Begg, D., Whittington, R. In: Behr, M.A. Collins, M.C. (ed.) Paratuberculosis, organisms, disease, control. 1st ed. CAB International, London, UK, 2010: 157-168.
- Cousins, D V., Whittington, R., Marsh, I., Masters, A., Evans, RJ & Kluver P. 1999. Mycobacteria distinct from *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis isolated from the faeces of ruminants possess IS900-like sequences detectable IS900 polymerase chain reaction: implications for diagnosis, Mol Cell Probes,3, 431.
- Dargatz, D.A., Byrum, B.A., Barber, L.K., Sweeney, R.W., Whitlock, R.H., Shulaw, W.P., Jacobson, R.H., Stabel, J.R. 2001. Evaluation of a commercial ELISA for diagnosis of paratuberculosis in cattle. Journal of the American Veterinary Medical Association 218, 1163-1166.
- Eda, S., Bannantine, J., Waters, W. Mori Y., Whitlock, R., Scott, M., and Speer. 2006. A highly sensitive and subspecies-specific surface antigen enzyme-linked immunosorbent assay for diagnosis of Johne's disease. Clin and Vaccine Immunol. 13, 837-844.
- Fecteau, M.A. Whitlock, R.H., In: Behr, M.A. Collins, M.C. (ed.) Paratuberculosis, organisms, disease, control. 1st ed. CAB International, London, UK, 2010: 144-156.
- Gumber, S., Eamens, G., Whittington, R.J. 2006. Evaluation of a Pourquier ELISA kit in relation to agar gel immunodiffusion (AGID) test for assessment of the humoral immune response in sheep and goats with and without *Mycobacterium paratuberculosis* infection. Veterinary Microbiology 115, 91-101.
- Harris, N.B., Barletta, R.G. 2001. *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in Veterinary Medicine. Clin. Microbiol. Rev. 14: 489-512.
- Hines, M.E., Stiver, S., Giri, D., Whittington, L., Watson, C., Johnson, J., Musgrove, J., Pence, M., Hurley, D., Baldwin, C., Gardner, I.A. and Aly, S. 2007. Efficacy of spheroplastic and cell-wall competent vaccines for *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in experimentally-challenged baby goats. *Veterinary Microbiology* 120, 261–283.
- Hines, M.E. In: Behr, M.A. Collins, M.C. (ed.) Paratuberculosis, organisms, disease, control. 1st ed. CAB International, London, UK, 2010: 201-222.
- Kawaji S., Taylor, D., Mori y Whittington, R. 2007. Detection of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* in ovine feces by direct quantitative PCR has similar or greater sensitivity compared to radiometric culture. Vet. Microbiol. 125: 36-48.
- Sergeant, E.S.G., Marshall, D.J., Eamens, G.J., Kearns, C., Whittington, R.J. 2003. Evaluation of an absorbed ELISA and an agar-gel immuno-diffusion test for ovine paratuberculosis in sheep in Australia. Preventive Veterinary Medicine 61, 235-248.
- Van Weering, H., van Schaik, G., van der Meulen, A., Waal, M., Franken, P., van Maanen, K. 2007. Diagnostic performance of the Pourquier ELISA for detection of antibodies against *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* in individual milk and bulk milk samples of dairy herds. Veterinary Microbiology 125, 49-58.

080 THE EFFECTS OF AGROINDUSTRY SUB-PRODUCTS ON FORAGE INTAKE, DIET DIGESTIBILITY, AND PERFORMANCE OF GOATS AND SHEEP

EFFECTO DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA AGROINDUTRIA EN EL CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DEL FORAGE Y RENDIMIENTO DE CAPRINOS Y OVINOS

Aldo Torres Sales¹; Maria das Gracas Gomes²; Wandrick H. de Souza² and Carlos Villalobos¹

¹ Texas Tech University, Department of Natural Resources Management, Texas Tech University, Box 42125, Lubbock, Texas, US, 79409. aldo.sales@ttu.edu

² Agricultural Research Corporation of the State of Paraiba (Emepa), Rodovia Ministro Abelardo Jurema PB 008, Km 7 - Jacarapé III João Pessoa, Paraíba, Brasil, 58000-000. emepa@emepa.org.br

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar subproductos de la agroindustria en el rendimiento, consumo de forraje y digestibilidad fueron utilizados dos tipos de animales, borregos Santa Inés y Cabritos Bóer. Para evaluación del rendimiento fueron utilizados 40 animales castrados con 4 meses de edad, 20 Ovejas Santa Inés y 20 caprinos Bóer, con un peso promedio inicial de 20.2 ± 3.5 kg y 19.3 ± 1.9 para ovinos y caprinos respectivamente. Los animales fueron alojados en corrales individuales en un diseño experimental completamente al azar con dos tratamientos (T1 = ensilado 80% residuo de piña + 20% cáscara de yuca y T2= ensilado 80% residuo de piña + 20% bagazo de caña de azúcar). 10 repeticiones fueron usadas en un total de 70 días de confinamiento, siendo 14 de adaptación a las dietas y 56 días de evaluación. Las dietas fueron formuladas para obtener ganancias de peso de 150 g/día con la proporción de 60% y 40% concentrado (Compuesto básicamente de maíz y soya) en base a material seca. La mezcla entre el residuo de piña + cáscara de yuca mostró mejores resultados para GDP y la conversión alimenticia ($P < 0,05$) probablemente este resultado se produjo debido a una pequeña mayor cantidad en el contenido de nutrientes en este tratamiento. En contraste, no hubo efecto de la especie animal ($P > 0,05$), donde, cabritos y borregos tuvieron un rendimiento similar. El subproducto de la piña asociado con la cáscara de la yuca como ensilaje puede ser una alternativa para la alimentación de pequeños rumiantes, donde se puede reducir los costos con la suplementación y mantener un rendimiento animal satisfactorio principalmente en la época de sequía.

Palabras clave: nutrición, pequeños rumiantes, subproductos, suplementación.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the agroindustry by-products on performance, forage intake, and diet digestibility we used two types of animals, Santa Ines sheep and Boer goats. For the performance evaluation, 40 castrated 4-month-old male animals were utilized, 20 from the Santa Inés sheep and 20 Boer goats with an initial average body weight of 20.2 ± 3.5 kg and 19.3 ± 1.9 for the sheep and goats, respectively. The

animals were housed in individual pens in a completely randomized design with two treatments (T1 = silage 80% Pineapple residue + 20% Cassava peel and T2 = silage 80% Pineapple residue + 20% Sugar-cane bagasse). Ten replications were used for a total of 70 days of feeding, with 14 days for adaptation to the diet and stalls and 56 days for evaluation. Diets were formulated to achieve 0.150 grams/day with the proportion of 60% silage and 40% concentrate (composed mainly of soybean meal and corn bran) to dry matter. There were no differences between treatments and animal species ($P>0.05$). The mix between pineapple residue and Cassava peel showed the best results in ADG and feed conversion ($P<0.05$), perhaps due to a slight higher amount of nutrients content in this treatment. In contrast, there was no effect by animal species ($P>0.05$), goats and sheep had similar performance. The pineapple by-products associated with cassava peel as silage could be a food alternative to small ruminants, by reducing costs with supplementation and by maintaining satisfactory animal performance mainly during the dry season of the year.

Keywords: By-products. Feeds. Nutrition, Production, Small Ruminant

INTRODUCTION

Ninety percent of the goats and seventy of the sheep are localized in northeast Brazilian area. The vast majority of these animals live under grazing/browsing conditions, where the Caatinga ecosystem provide the main food source.

The Caatinga ecosystem is characterized by two different climatic seasons: a rainy season of 4 months (December – March) and a dry season that lasts 8 months. This precipitation pattern promotes drastic changes in the forage quality thought the year. Because of that, sheep and goats production in northeast Brazil is often limited by prolonged nutritional stress within the dry season. During the dry season, small ruminants can lose as much as 30-35% of body weight (Pfister et al. 1983). Generally, during this season, farmers use some kind of supplements; however, the cost of feeding most of the time makes supplementation infeasible, especially in extensive production systems.

In order to promote profitability of the extensive systems, the use of agro industrial by-products for feeding ruminants has been the subject of several studies in Brazil and the rest of world (Costa et al. 2007). In this case, focusing on pineapple, sugar cane and cassava, (once by-products) that are abundant in Brazil; however, few studies have tested the possible use of these by-products as feed supplements to livestock during the dry season.

Curtin et al. (2013) suggested that it is important to know the potential for using these by-products in ruminant feeds. Use of the agroindustry by-products in animal feed, especially for ruminants, might avoid possible environmental pollution and provide increased grain availability for human consumption.

The objective of this study was to evaluate the performance of sheep and goats fed pineapple, sugar cane and cassava by-product silage.

MATERIAL AND METHODS

The research was conducted at the Pendência Experimental Station that belongs to the Agricultural Research Corporation of the State of Paraíba (Emepa), located in Brazil.

Three agroindustry sub-products were used: pineapple residue, cassava peel and sugar cane bagasse. All sub-products were collected from the agroindustry in Paraíba State. Once collected, the sub-products were homogenized, chopped and ensiled in microsilos (plastic containers 250 kg each) with the following treatments: T1 = silage 80% Pineapple residue + 20% Cassava peel and T2 = silage 80% Pineapple residue + Sugar-20% cane bagasse. After 240 days, the seals of the micro-silos were broken and silage samples were taken. The chemical composition is shown in the Table 1.

It is noteworthy that the pineapple agroindustrial residue is composed of hull, top, shoot apex and pulp. The proportion of each fruit part in the residue, as well as the chemical composition changes considerably with the cultivar, phenological stage and sugar content the plants at harvest and the technology applied in the agroindustry (Muller 1978). The cassava peel and sugar cane bagasse are widely studied by-products, therefore a description of these sub-products is omitted.

The use of the Cassava peel and Sugar cane bagasse in the silage absorbed the water released by the pineapple residue, thus, facilitating the silage storage and avoiding non-desirable fermentations.

Table 1. Chemical composition of the experimental diets formulated to goats and sheep achieve 0.150 grams/day.

	DM	CP	NDF	ADF
Pineapple residue + Cassava peel	28.96	5.21	27.82	15.45
Pineapple residue + Sugar-cane bagasse	23.12	4.32	78.0	50.08

Percentage of the base relative to dry matter content

For performance evaluation, 40 castrated 4-month-old male animals were used. Twenty animals from Santa the Inés sheep and 20 Boer goats. They had initial average body weight of 20.2 ± 3.5 kg, and 19.3 ± 1.9 for sheep and goats respectively. The animals were kept in individual dry earth stalls (2.0x2.5 m) with troughs for food, mineral salt and drinking water. At the beginning of the adaptation phase, all animals were dewormed and supplemented with vitamins A, D and E.

Two experimental diets were formulated to achieve a daily weight gain 0.150 kg according to the National Research Council on Animal Nutrition (NRC 2007) in the proportion 60% silage and 40% concentrate. The concentrate was composed mainly of soybean meal and corn bran (Table 2).

Table 2. Composition of the food supplement utilized in the diets formulated to goats and sheep achieve 0.150 grams/day.

Ingredient	Percentage (%) of the ration
Corn bran	65
Soybean	20
Wheat bran	14
Premix mineral	1.0

Percentage base on the dry matter content

Animal performance was measured for a period of 70 days, which consisted of 14 days for adaptation to the diet and stalls, and 56 days for evaluation. During the period of evaluation, the two experimental diets were fed ad libitum based on 5% of the body weight. Animals were fed twice a day at 0800 and 1600 hours. To determine average daily gain (ADG), animals were weighed at the beginning and at the end of the evaluation period. To determine average feed consumption, feed and leftovers were also weighed daily.

The experimental design was completely randomized with 2 treatments and 10 replications per treatment. The variables were submitted to an analysis of variance (ANOVA) and Tukey test at a 5 % significance level using SAS software (Statistical Analysis System v.9.1).

RESULTS AND DISCUSSION

Dry matter intake (expressed in grams per day, % BW) is presented in the Table 3. There were no differences between treatments and animal species ($P > 0.05$). Note that NDF in the diet had a negative correlation with dry matter intake. Curtim et al. (2013) reported that values of NDF greater than 55% significantly decreased dry matter intake, however, in the present study the high fiber content did not modify the intake.

Table 3. Dry matter intake (grams per day, % BW) to goat and sheep according to treatments: T1 (Pineapple residue + Cassava peel) and T2 (Pineapple residue + Sugar-cane bagasse)

	Treatment	
	Pineapple residue + Cassava peel	Pineapple residue + Sugar-cane bagasse
Boer breed (<i>goat</i>)	700 a	728 a
Santa Inés breed (<i>sheep</i>)	745 a	793 a

Means followed by the same letters are not significantly different ($P \leq 0.05$).

In addition, crude protein levels might be another factor that could decrease DM intake, since CP levels below 7% can affect ruminal fermentation by limiting bacterial activity, mainly fibrolytic bacteria. All diets in these experiments showed that protein levels below 7% (Table 2); did not affect the average dry matter intake recognized by NRC (2007). The dry matter intake in this research was similar to the results reported by others who have studied agroindustry sub products.

In terms of average daily gain ADG (Table 4) the mix between pineapple residue + Cassava peel produced the highest ADG ($P < 0.05$). These results might be related to a slight higher amount of nutrients within the pineapple residue + Cassava diet. According to Pereira et al. (2008), 60–90 % of the variations in animal performance are

due to differences in nutrient intake. Perhaps, the low level of protein in the diet effected the performance of the animals.

The differences in animal species was not affected by treatments ($P>0.05$). In other words, goats and sheep had similar performance according to the treatments (Table 4). The similarity between species can be explained by the low potential for weight gain of the sheep Santa Inés because they are rustic animals that are raised in grazing systems, and, thus, do not have the genetic potential for greater utilization of diets for weight gain.

Table 4. Average Daily gain (ADG) (grams per day) to goat and sheep according to treatments: T1 (Pineapple residue + Cassava peel) and T2 (Pineapple residue + Sugar-cane bagasse)

	Treatment	
	Pineapple residue + Cassava peel	Pineapple residue + Sugar-cane bagasse
Boer goats	141 a	115 b
Santa Inés sheep	142 a	105 b

Means followed by the same letters are not significantly different ($P\leq 0.05$).

The weight gain observed was very close to that reported by NRC (2007) for the goats (150 g/day). However, the protein levels in this research were 36% less than to the levels recommended by NRC. These results suggest that the addition of expensive ingredients to elevate the crude protein levels in diets need to be revised.

Feed conversion (Table 5) exhibited the similar pattern from weighs gain with the pineapple residue + Cassava peel, yielding higher ADG with the sugar cane bagasse ($P<0.05$). However, in practical terms the performances were satisfactory in both treatments. These results are similar that those from Ferreira et al. (2009) who fed goats with elephant grass silage. However, our results yielded lower ADGs in contrast with those from Pereira (2008) who fed sheep with a mango meal by-product, thus emphasizing the importance of the pineapple residue as an important alternative food for ruminants.

Table 5. Feed conversion of the goat and sheep according to treatments according to treatments: T1 (Pineapple residue + Cassava peel) and T2 (Pineapple residue + Sugar-cane bagasse)

	Treatment	
	Pineapple residue + Cassava peel	Pineapple residue + Sugar-cane bagasse
Boer breed (goat)	4.9 a	6.3 b
Santa Inés breed (sheep)	5.2 a	6.9 b

Means followed by the same letters are not significantly different ($P\leq 0.05$).

The nutritional potential of some residues need to be emphasized to farmers in order to encourage their utilization of these non- traditional agroindustry by-products in livestock feeding, mainly during the drought season where the nutrient availability of native forages do not provide an adequate supply of the basic nutrients required by the grazing animals.

CONCLUSIONS

The pineapple by-products associated with cassava peel as silage could be a food alternative to small ruminant, by reducing costs with supplementation and by maintaining satisfactory animal performance mainly during the dry season.

REFERENCES

- Costa, R.G., Correia, M.X.C., Da Silva, J.H.V., De Medeiros, A.N. and De Carvalho Effect of different levels of dehydrated pineapple by-products on intake, digestibility and performance of growing goats, *Small Ruminant Research* . 2007; 71:138–143.
- Curtim, O. D., Alves S. K., Neiva, M. N. J., Oliveira, L. R. S., Mezzono, R., Silva, K. A., Mata, V. J. V., Santos, C. R., Gomes, I. D. Replacement levels of elephant grass by moist pineapple by-product silage in diets of Santa Inês crossbred sheep: performance and digestibility. *Tropical Animal Health Production* 2013; 45:585–592.
- Ferreira, A.C.H., Neiva, J.N.M., Rodriguez, N.M., Campos, W.E. and Borges, I. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim elefante, *Revista Brasileira de Zootecnia* 2009; 38:223–229.
- Muller, Z.O. Feeding potential of pineapple waste for cattle. *World Animal Review* 1978; 25:25–29.
- NRC., Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Committee on nutrient requirements of small ruminants, board on agriculture and National resources, division on earth and life studies, the National Research Council, Washington, D.C.; 2007.
- Pereira, M.S., Ribeiro, E.L.A., Mizubuti, I.Y., Rocha, M.A., Kuraoka, J.T. and Nakaghi, E.Y.O. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros em confinamento alimentados com dietas com polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho, *Revista Brasileira de Zootecnia* 2008; 37:134–139.
- Pfister, J.A., J.S. Queiroz, R.D. Kirmse, and J.C. Malechek., Rangelands and small ruminant production in Ceará, state, Northeast Brazil. *Rangelands* 1983; 5:72-76.

081DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE LA POBLACIÓN FOLICULAR DESPUES DE LA APLICACIÓN DE PIROXICAM EN CABRAS

DECREASE IN FOLLICULAR POPULATION AFTER PIROXICAM ADMINISTRATION IN GOATS

Segundo Pérez Rafaela¹, Miranda Jiménez Leonor¹Gómez Danés Alejandro Ángel², Casiano Ventura Miguel Ángel³.

¹Colegio de Postgraduados-*Campus* Montecillo, LPI-11 y LPI-16, ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UAN), ³Colegio de Postgraduados-*Campus* Puebla.
Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo. Km, 36.5 Carretera México-Texcoco, CP. 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. de México.
E-mail: raphaela_segundo@hotmail.com

RESUMEN

Las ciclooxigenasas 1 y 2 (COX-1 y COX-2), son enzimas responsables de la conversión de ácido araquidónico a eicosanoides y prostaglandinas, aunque la COX-2 es la fuente más importante de la formación de prostanoides en procesos inflamatorios. Ambas enzimas intervienen en el proceso de reproducción. En estudios realizados, se ha encontrado que la deficiencia de COX-1 en ratones, provoca desordenes en la gestación y parto, lo que es debido a que se presenta la supresión de la función luteolítica de la PGF2 α en el parto. En tanto, la inhibición de la COX-2 provoca diversas alteraciones, desde ovárico hasta la implantación embrionaria. El piroxicam, medicamento utilizado de rutina en procesos patológicos, es considerado como antiinflamatorio no esteroideo (AINE), inhibidor de la enzima COX y su aplicación puede afectar la funcionalidad del ovario. El objetivo de este trabajo fue determinar si el número de folículos encontrados en la superficie ovárica e intraováricos, después de la administración de piroxicam, inhibidor de ciclooxigenasa, se encuentra disminuido. Se utilizaron dos grupos de cabras: grupo 1: aplicación de piroxicam, grupo 2 (testigo). Los datos se analizaron con un diseño completamente al azar con submuestreo y las diferencias entre grupos se consideraron con Tukey ($P < 0.05$). Para el número de folículos encontrados en la superficie ovárica, no mostró diferencia debida a piroxicam ($P > .05$); mientras que, el número de folículos intraováricos, encontrados en los cortes histológicos, disminuyó ($P < 0.05$). La aplicación de piroxicam redujo únicamente el número de folículos intraováricos.

Palabras clave: ciclooxigenasa, reproducción, antiinflamatorio.

ABSTRACT

Cyclooxygenase 1 and 2 (COX-1 and COX-2) are responsible for arachidonic acid conversions to eicosanoids and prostaglandins, although COX-2 is the major source of prostanoids formation during inflammatory processes. Both enzymes are involved in reproductive process, in mice have been found that COX-1 deficiency produced pregnancy and delivery disorders attributed to deletion of luteolytic function of PGF2 α . While the COX-2 produce several changes at the ovarian level and embryo implantation, Piroxicam used as a routinely drug in inflammatory disease is classified as nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), and Enzyme COX inhibitor. Its use may affect the ovarian functionality. The objective of this work was to determine if the follicular number founded in ovarian and

intraovarian surface after a cyclooxygenase inhibitor piroxicam administration is decreased comparison between two groups of goats was performed: Group 1 (treatment with piroxicam), group 2 (control). The data were analyzed with a completely randomized design with subsampling, differences were considered at $p < 0.05$. The number of follicles on ovarian surface were no different due to piroxicam administration, even between ovary ($P < 0.05$), while the number of intraovarian follicles found in histological sections was decreased ($P < 0.05$). Using piroxicam reduces only the number of intra ovarian follicles.

Keywords: cyclooxygenase, reproduction, antiinflammatory.

INTRODUCCIÓN

La COX es la enzima limitante para la conversión del ácido araquidónico en PGH₂; el cual es el precursor para diversas prostaglandinas (Smith y DeWitt, 1996; Matsumoto *et al.*, 2001). Se han identificado dos isoformas diferentes de COX: la COX-1 expresada en la mayoría de las células (Ricciotti y FitzGerald, 2011; Jabbour *et al.*, 2005) y la COX-2 cuya expresión es inducida en endotelio y células de músculo liso vascular por estímulos inflamatorios, hormonas y factores de crecimiento, además de ser importante en la formación de prostanoides durante procesos inflamatorios (Dubois *et al.*, 1998; Ricciotti y FitzGerald, 2011).

La importancia de COX-1 y COX-2 en la reproducción se ha estudiado en ratones. Los ratones deficientes en COX-1 muestran períodos de gestación más largos, partos prolongados y menos crías vivas al nacimiento; en comparación con los ratones de tipo salvaje (Langenbach *et al.*, 1995; Gross *et al.*, 1998). Este efecto se produce predominantemente por la inhabilitación de la función luteolítica de la PGF₂ α en el parto.

En ratones, la abolición del gen resulta en numerosas fallas reproductivas, incluyendo; ovulación, fertilización, implantación y deciduización, confirmando que las prostaglandinas producidas por la COX-2 juegan un importante papel en el proceso de reproducción (Langenbach *et al.*, 1999; Jabbour y Sales, 2004). En células de granulosa se induce la expresión de COX-2 por el efecto de LH, no así la COX-1, por lo que la LH se considera el principal detonante de COX-2 (Wu y Wiltbank, 2001; Sirois *et al.*, 2004). Existen numerosos agonistas capaces de regular la expresión de la enzima COX-2 en células de ovario, tales como los (AINEs) (Sirois *et al.*, 2004), entre estos se encuentra el piroxicam utilizado indiscriminadamente como antiinflamatorio para cualquier patología que se presente en los animales. Si se considera que la COX-2 es un constituyente del ovario y que el piroxicam, puede alterar la funcionalidad del ovario (Gaytan *et al.*, 2006). El objetivo de este trabajo fue determinar si el número de folículos encontrados en superficie ovárica e intraováricos después de la administración de un inhibidor de ciclooxigenasa se encuentra disminuido.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental se realizó en el campo experimental "La Huerta" del Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí: localizado a 22°37'39" N 101°42'52" O, altitud de 2,070 msnm y con temperatura media anual de 18.7 °C. La fase de laboratorio se realizó en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, el cual está ubicado en Montecillo, carretera México-Texcoco km 36.5, municipio de Texcoco, Estado de México. El experimento inició el mes de noviembre, se trabajó con 6 cabras criollas, de condición corporal superior a 2.5 en una escala de 1 a 5, se dividieron al azar en 2 grupos: grupo 1 n=3; tratamiento con piroxicam, grupo 2 con n=3; testigo no recibieron piroxicam. Todas las cabras se sincronizaron en estro, mediante la colocación de CIDR

pfizer® con 0.3 g de progesterona; durante 11 días. Al momento de retirar el CIDR se administró una sola dosis de 400 UI de eCG y 1 ml de PGF2α Celosil®.

Al grupo 1, se aplicó 1 ml de piroxicam intramuscular, cada 24 horas, durante cuatro días, la primera aplicación se realizó un día antes del retiro del CIDR, en tanto a las cabras del grupo 2 se les aplicó solución salina, con el propósito de que todas las cabras recibieran el mismo estímulo que producía la inyección de piroxicam. 120 horas posteriores al retiro del CIDR, se realizó ovariectomía, se colectaron los ovarios y se agruparon en derecho e izquierdo, en cada ovario se contaron los folículos visibles en la superficie ovárica, a continuación, los ovarios fueron fijados en paraformaldehído al 4% para su posterior preparación histológica. De cada ovario se obtuvieron cortes histológicos con grosor de 4 μ, los cuales fueron teñidos con hematoxilina-eosina y se observaron en un microscopio de campo claro a 10X y 40X para contabilizar los folículos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de folículos encontrados en la superficie ovárica no existió diferencia debida al piroxicam, ni entre ovario ($p > .05$; Fig. 1), mientras que el número de folículos intraováricos encontrados en los cortes histológicos, se disminuyó ($P < 0.001$; Fig. 2). Dado que la observación de cortes histológicos de ovarios permite observar folículos de menor tamaño que los observados a simple vista podemos aseverar que la población de folículos afectada es la de folículos menores a 1mm. Dado que a simple vista estos son difíciles de visualizar.

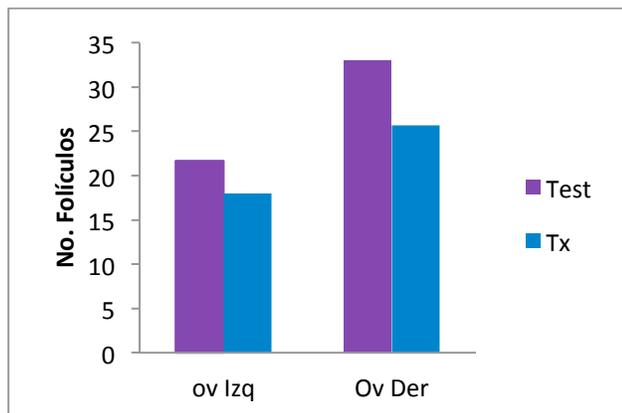


Figura 1. Numero de folículos encontrados en la superficie ovárica en cabras tratadas con piroxicam

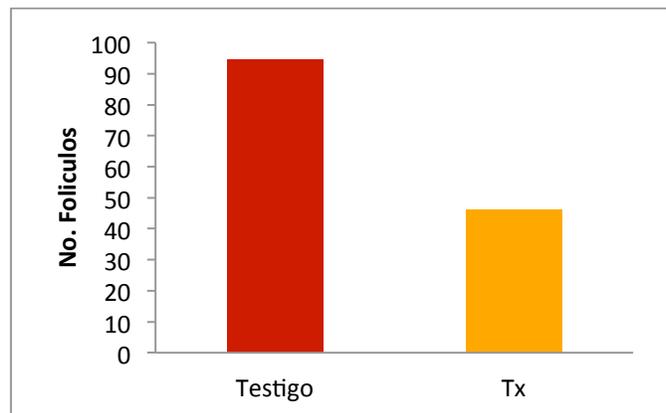


Figura 2. Numero de folículos intraováricos encontrados en cabras tratadas con un piroxicam

CONCLUSIONES

La aplicación de piroxicam en cabras, que es uno de los inhibidores de COX-2; enzima elemental en la síntesis de prostaglandinas no se afecta el número de folículos en la superficie ovárica, sin embargo si se ve afectado el número de folículos intraováricos. Considerando que a lo largo del desarrollo folicular se registran pérdidas de folículos; podemos decir que a menor número de folículos reclutados o que inician crecimiento es menor la posibilidad de que más folículos lleguen a ovular lo que se refleja en la prolificidad de la hembra

LITERATURA CITADA

- Dubois RN, Abramson SB, Crofford L, Gupta RA, Simon LS, Van De Putte LB, Lipsky PE. Cyclooxygenase in biology and disease. *Faseb J* 1998;12:1063–1073.
- Gaytan M, Bellido C, Morales C, Sanchez-Criado JE, Gaytan F. Effects of selective inhibition of cyclooxygenase and lipoxygenase pathways in follicle rupture and ovulation in the rat. *Reprod* 2006;132:571-577.
- Gross GA, Imamura T, Luedke C., Vogt SK, Olson LM., Nelson DM, Sadovsky Y, Muglia LJ. Opposing actions of prostaglandins and oxytocin determine the onset of murine labor. *Proc Natl Acad Sci* 1998;95:11875–11879.
- Jabbour HN and Sales KJ. Prostaglandin receptor signalling and function in human endometrial pathology. *Trends in Endocrinol and Metabolism* 2004;15(8):398-404.
- Jabbour HN, Sales KJ, Boddy SC, Anderson RA, Williams ARW. A Positive Feedback Loop that Regulates Cyclooxygenase-2 Expression and Prostaglandin F₂α Synthesis via the F-Series-Prostanoid Receptor and Extracellular Signal-Regulated Kinase 1/2 Signaling Pathway. *Endocrinol* 2005;146(11):4657–4664.
- Langenbach R, Loftin CD, Lee C, Tianio H. Cyclooxygenase-deficient mice. A summary of their characteristics and susceptibilities to inflammation and carcinogenesis. *Acad Sci* 1999;889:52–61.
- Langenbach R, Morham SG, Tianio HF, Loftin CD, Ghanayem BI, Chulada PC, Mahler JF, Lee CA, Goulding EH, Kluckman KD, Kim HS, Smithies O. Prostaglandin synthase 1 gene disruption in mice reduces arachidonic acid-induced inflammation and indomethacin-induced gastric ulceration. *Cell* 1995;83:483–492.
- Matsumoto H, Ma W, Smalley W, Trzaskos J, Breyer R, Dey SK. Diversification of cyclooxygenase-2-derived prostaglandins in ovulation and implantation. *Biol. Reprod* 2001;64:1557–1565.
- Ricciotti E and FitzGerald GA. Prostaglandins and Inflammation. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2011;31(5):986–1000.
- Sirois J, Sayasith K, Brown KA, Stock AE, Bouchard N, Doré M. Cyclooxygenase-2 and its role in ovulation: a 2004 account. *Human Reprod Update* 2004;10(5):373–385.
- Smith WL and DeWitt DL. Prostaglandin endoperoxide H synthase-1 and -2. *Adv Immunol* 1996;62:167–215.
- Wu YL and Wiltbank MC. Transcriptional Regulation of Cyclooxygenase-2 Gene in Ovine Large Luteal Cells. *Biol Reprod* 2001;65:1565–1572.

082 EFECTOS DEL MEDIO Y TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO PARA EL TRANSPORTE DE BLASTOCISTOS DE BOVINOS PRODUCIDOS *in vitro* E *in vivo*

EFFECT OF STORAGE MEDIA AND TEMPERATURE FOR THE TRANSPORT OF BOVINE BLASTOCYSTS PRODUCED *in vitro* AND *in vivo*

Antillón Ruiz Javier, Barceló Fimbres Moises, Anchondo Garay Alfredo, Grado Ahuir Juan Alberto, Rodríguez Almeida Felipe Alonso

Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, Chih., México. C.P. 31453. Fax (614) 434 03 45, jantillon@uach.mx

RESUMEN

El propósito fue evaluar diferentes temperaturas y medios de manejo para la transportación en fresco hasta por 8 h de embriones de bovino producidos *in vitro* (PIV) e *in vivo*. Siete días después de la fertilización *in vitro* y 6 h después de la descongelación de los producidos *in vivo*, respectivamente, se les asignaron al azar, dentro de bloques, los diferentes tratamientos en un arreglo factorial 2 x 2 x 2, siendo los factores el origen del embrión, el medio de cultivo y la temperatura de incubación. Se ajustó un modelo de ANCOVA en el que se incluyó el tiempo de incubación como covariable. Para calidad embrionaria se observaron interacciones ($P < 0.05$) de temperatura por origen del embrión y tiempo de incubación por medio. Se observó un efecto cuadrático de tiempo de incubación ($P < 0.05$). Los embriones PIV se mantuvieron en mejor calidad a 25 °C que a 38 °C; mientras que, los producidos *in vivo* se conservaron mejor a 38 °C. El medio HCDM-2 resultó en embriones de mejor calidad que el mPBS a las 8 h de incubación. Para estadio embrionario, el único factor que mostró un efecto ($P < 0.05$) fue el origen del embrión, mostrando un mayor avance los embriones producidos *in vivo*. En conclusión, el medio de manejo HCDM-2 fue una mejor opción para transportar embriones por períodos prolongados, a una temperatura de 25 °C para los PIV y 38 °C para los producidos *in vivo*.

Palabras Clave: Embrión, temperatura, medio, incubación

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate different temperatures and handling media for the fresh transportation of bovine embryos produced *in vitro* (PIV) and *in vivo* for up to 8 h. Seven days after *in vitro* fertilization and six h after thawing from those produced *in vivo*, respectively, they were then assigned randomly within blocks to different treatments in a factorial design 2 x 2 x 2, with the factors being the embryo origin, culture media, and the incubation temperature. An ANCOVA model was adjusted in which the incubation time was included as a covariate. For embryo quality, interactions ($P < 0.05$) of temperature by embryo origin and incubation time by media were observed. A quadratic effect of incubation time ($P < 0.05$) was observed. PIV embryos were kept in better quality at 25 °C than at 38 °C while those produced *in vivo* were better kept at 38 °C. Using the HCDM-2 media resulted in better quality embryos than when using mPBS at 8 h of incubation. For embryonic stage, the only factor that showed a significant effect ($P < 0.05$) was embryo origin, with embryos produced *in vivo* progressing further. In conclusion, the HCDM-2 handling media was a better option for

carrying embryos for prolonged periods at a temperature of 25 °C for those PIV and 38 °C for those produced *in vivo*.

Keywords: Embryo, temperature, media, incubation

INTRODUCCIÓN

La transferencia de embriones (TE) es hoy en día una herramienta reproductiva de gran importancia para el mejoramiento y la conservación de la diversidad genética del ganado y algunas especies de fauna alrededor del mundo. Dentro de esta técnica se encuentra la utilización de embriones producidos *in vivo* (colección de embriones provenientes de una hembra donadora) o producidos *in vitro* (maduración, fertilización y cultivo embrionario en medios químicamente definidos). La crio-preservación es una alternativa que facilita la conservación y el transporte de los embriones a largas distancias; sin embargo, puede provocar daños físico-químicos y disminuir la viabilidad embrionaria y las tasas de preñez (Hasler, 2001), siendo estos efectos aún más perjudiciales para los embriones producidos *in vitro*. Además, la crio-preservación de embriones requiere de un proceso complejo, habilidades especiales del técnico y equipo costoso (Quan *et al.*, 2010). De este modo, la transportación de embriones en fresco (no congelados) podría ser una alternativa para obtener mejores tasas de preñez. Por otra parte, uno de los medios más empleados en el mantenimiento y cultivo embrionario es la solución salina buferada con fosfato (PBS, por sus siglas en inglés); sin embargo, el embrión muestra una disminución en su capacidad de desarrollo al permanecer por largos periodos de tiempo en este medio (Leibo y Mazur, 1978).

El objetivo fue evaluar diferentes temperaturas y medios de manejo para la transportación de embriones frescos, producidos *in vitro* e *in vivo*, hasta por un lapso de 8 h.

MATERIALES Y MÉTODOS

Producción *in vitro* de Embriones

Colección y maduración de ovocitos. Se recolectaron ovarios de vacas adultas en dos rastros, los cuales fueron transportados al laboratorio en solución salina estéril 0.15 M. Los complejos *ovocito-cúmulus* (COCs, por sus siglas en inglés) fueron aspirados de folículos antrales de 2 a 8 mm de diámetro, mediante una aguja calibre 18 conectada a un sistema de tubos que se acoplan a una bomba de vacío con presión de ~50 mmHg. Los ovocitos con más de 3 capas de células cumulares no expandidas y citoplasma homogéneamente granulado, se seleccionaron para madurarlos *in vitro*. Los COCs se lavaron primero en medio químicamente definido, buferado con Hepes (CDM, por sus siglas en inglés), y luego con medio de maduración. Los ovocitos fueron incubados a 38.5 °C con 5 % de CO₂ en aire por 23 h.

Preparación del semen. El semen se descongeló en baño María a 35 °C y posteriormente se vertió en la parte superior de un gradiente de Percol (45/90 %) en medio Sperm-TALP (Tryode's modificado; Parrish *et al.*, 1989), para ser centrifugado, lavado, y concentrado a 5×10^6 espermatozoides por mL, como se describió a detalle anteriormente por De la Torre-Sánchez *et al.* (2006).

Fertilización *in vitro* de los ovocitos. Cincuenta COCs fueron adicionados a 430 µL de medio CDM-Fert (CDM + 2 mM de cafeína + 2 µg/mL de heparina) en un plato de 4 pocillos. Los gametos fueron co-incubados durante la noche (18 ± 1 h) a 38.5 °C con 5 % de CO₂ en aire.

Cultivo *in vitro* de embriones. Los presuntos cigotos fueron enjuagados en medio H-CDM-1 y cultivados en CDM-1 por 56 h en 5 % CO₂, 5 % O₂, 90 % N₂ a 38.5 °C. Después de 56 a 60 h, los embriones de más de 8 células se enjuagaron de nuevo en medio H-CDM-2 (Hepes CDM-1 sin EDTA pero con aminoácidos esenciales y no esenciales y 2 mM de fructosa). Después se cultivaron en CDM-2 por 4.5 d.

Evaluación de embriones. Se evaluaron los porcentajes de segmentación al día 2.5 y de blastocistos al día 7 después de la fertilización. Al día 2.5, solo embriones de 5 o más células se siguieron cultivando, los demás se descartaron. Para los blastocistos se evaluó la calidad y estadio embrionario del día 7 al 7.5.

Obtención de Embriones Producidos *in vivo*

Los embriones producidos *in vivo* y congelados en glicerol, se descongelaron e incubaron por 6 h en una mezcla de tres gases (90 % N, 5 % O₂ y 5 % CO₂), y posteriormente se evaluaron en una escala de 1 a 8, según el código de la Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones (IETS, 1998), separando los no aptos para el estudio.

Diseño Experimental

Un total de 101 blastocistos se agruparon en bloques por calidad y estadio embrionario y se asignaron al azar dentro de bloques a los tratamientos en un arreglo factorial de 2 x 2 x 2, teniendo como factores el origen del embrión [*in vivo* (n=32) vs *in vitro* (n=69)], el medio de manejo (mPBS con 0.05 % PVA vs HCDM-2 con 0.4 % BSA) y la temperatura de incubación (25 vs 38 °C). Los embriones fueron almacenados a 25 y 38 °C, en incubadoras portátiles y evaluados por una misma persona de acuerdo a calidad (1 = excelente, 2 = bueno, 3 = pobre y 4 = muerto) y estadio embrionario (5 = blastocisto temprano, 6 = blastocisto, 7 = blastocisto expandido y 8 = blastocisto extruido o eclosionado) cada 2 h durante un periodo de 8 h.

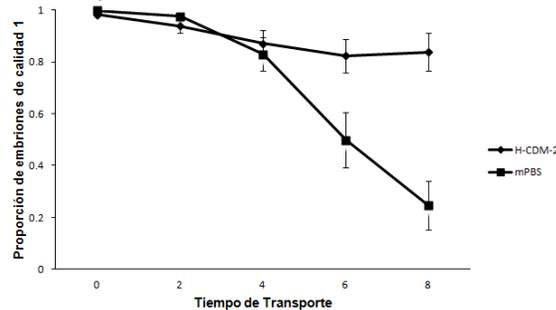
Análisis Estadístico

Se llevó a cabo un ANCOVA para la variable binomial calidad y la multinomial estadio con el procedimiento GLIMMIX de SAS[®] (2003), en donde los embriones de calidad 1 y 2 fueron agrupados como calidad 1 y aquellos de calidad 3 y 4 se agruparon como calidad 2. Se ajustó un modelo con el tiempo de incubación como covariable de primer y segundo orden, además de los efectos principales origen del embrión, medio de manejo, temperatura de incubación e interacciones de primer orden. Se utilizó la función de enlace “logit” para calidad y “logit acumulativo” para estadio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Gráfica 3 se presentan las medias de las probabilidades de que los embriones sean de calidad 1 a través de los tiempos de incubación. Se observó un comportamiento similar en calidad de embriones para ambos medios de manejo hasta las 4 h. A la hora 6, la calidad de los embriones incubados en mPBS se redujo bruscamente, quedando una proporción de 0.50 ± 0.10 embriones de calidad 1, mientras que en el medio HCDM-2 la proporción se mantuvo en 0.82 ± 0.06 . A las 8 h de incubación, los embriones incubados en el medio mPBS continuaron disminuyendo su calidad, llegando a una proporción de solo 0.24 ± 0.09 para los de calidad 1, en comparación a 0.83 ± 0.07 para los incubados en HCDM-2.

Se ha reportado (Leibo y Mazur, 1978) que los embriones transportados a temperatura ambiente en medios sin nutrientes, como PBS, por periodos de tiempo prolongados, muestran una disminución en su capacidad de desarrollo.

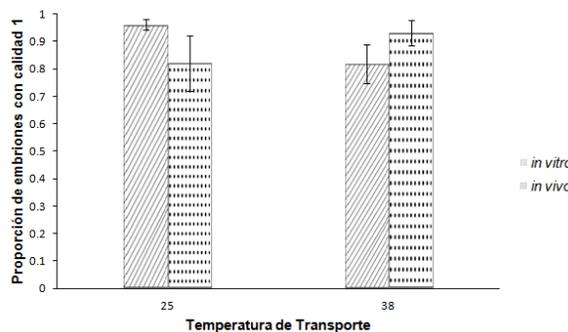


Gráfica 3. Efecto del tiempo de transporte sobre la calidad de embriones producidos *in vitro* e *in vivo*. Calidad 1 = Embrión esférico y simétrico, células de color, tamaño y textura uniforme. Calidad 2 = Forma irregular, color muy claro o muy oscuro, blastómeros desprendidos de la masa celular y/o con degeneración, y agrietamientos de la zona pelúcida

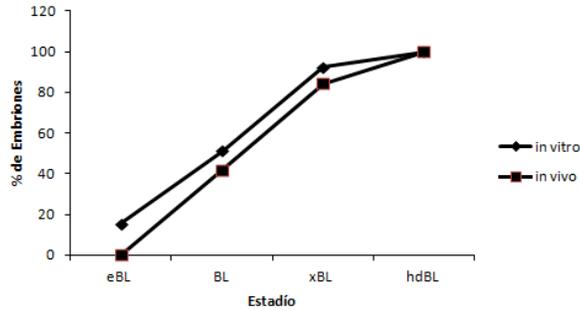
Por otra parte, los embriones PIV mantuvieron mejor su calidad a 25 °C, con una proporción de 0.96 ± 0.02 embriones con calidad 1 en comparación con 0.82 ± 0.10 para los producidos *in vivo*, mientras que éstos últimos mantuvieron mejor su calidad que los PIV (0.93 ± 0.05 vs 0.81 ± 0.07) cuando se mantuvieron a 38 °C, como se puede observar en la Gráfica 4.

Yang *et al.* (1991) reportaron que la viabilidad de los embriones disminuyó de manera significativa a cualquier temperatura (4, 20 y 39 °C) después de 24 h de almacenamiento en PBS.

Las frecuencias relativas acumuladas (Gráfica 5) de embriones por estadio de desarrollo, estuvieron estocásticamente ordenadas, siendo mayor para los embriones PIV, lo cual implica que los embriones obtenidos *in vivo* presentaron un mayor avance de desarrollo en el estudio ($P < 0.05$).



Gráfica 4. Efecto de la temperatura de transporte sobre la calidad de embriones producidos *in vitro* e *in vivo*. Calidad 1 = Embrión esférico y simétrico, células de color, tamaño y textura uniforme. Calidad 2 = Forma irregular, color muy claro o muy oscuro, blastómeros desprendidos de la masa celular y/o con degeneración, y agrietamientos de la zona pelúcida



Gráfica 5. Frecuencias relativas acumuladas para estadio embrionario: eBL = blastocisto temprano; BL = blastocisto; xBL = blastocisto expandido; hdBL = blastocisto extruido

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El medio HCDM-2 es una mejor opción que el mPBS para transportar embriones por períodos prolongados. El transporte a 25 °C es mejor para embriones PIV, pero a 38 °C es mejor para los producidos *in vivo*. Para estadio embrionario se presenta un mayor avance en los embriones producidos *in vivo* que en los PIV. Además de la evaluación que se realizó en el laboratorio, se requiere evaluar estos protocolos con la transferencia de embriones hacia vacas receptoras, con el fin de determinar los efectos del tiempo, el medio y la temperatura de transporte sobre el porcentaje de preñez.

LITERATURA CITADA

- De La Torre-Sanchez, J. F., K. M. Preis y G. E. Seidel. 2006. Metabolic regulation of in vitro produced bovine embryos. I. Effects of metabolic regulators at different glucose concentrations with embryos produced by semen of different bulls. *Reprod. Fertil. Dev.* 18:585-596.
- Hasler, J. F. 2001. Factors affecting frozen and fresh embryos transfer pregnancy rates in cattle. *Theriogenology* 51:1401-1415.
- IETS, 1998. Manual of the International Embryo Transfer Society. Third Edition. Savoy, IL.
- Leibo, S. P. y P. Mazur. 1978. Methods for the preservation of mammalian embryos by freezing. Página 179-201 en *Methods in Mammalian Reproduction*. J. C. Daniel ed. Academic Press, New York.
- Parrish, J. J., J. L. Susko-Parrish y N. L. First. 1989. Capacitation of bovine sperm by heparin: inhibitory effect of glucose and role of intracellular pH. *Biol. Reprod.* 41:683-699.
- Quan, F., Z. Zhang, Z. An, S. Hua, M. Wan, X. Zhao y Y. Zhang. 2010. Effect of transporting donor or recipient does and their embryos on the outcome of fresh embryo transfer in Boer goats. *Small Rumin. Res.* 88:1-5.
- SAS Institute. 2003. SAS/STAT Software: Change and enhancements through release 9.2 for windows. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Yang, N. S., R. Duff, K. H. Lu, I. Gordon y C. Polge. 1991. Effect of storage temperature and time on the viability of bovine embryos produced *in vitro*. *Theriogenology*. 35:1. (Abstract).

083 CAMBIOS EN EL PATRÓN DE UNIÓN DE GLICOPROTEÍNAS DE MEMBRANA DE ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMALES DE *Ovis aries* EN FUNCIÓN DEL TIEMPO POST MÓRTEM

CHANGES IN LABEL PATTERN OF EPIDIDYMAL SPERM MEMBRANE GLYCOPROTEINS OF *Ovis aries* IN FUNCTION OF POSTMORTEM TIME

Colombo J., Claudia¹; Fierro P., Reyna^{2,3}; Ávalos R., Alejandro⁴; Cortés B., Edith⁵; González M., Humberto⁶; Vergara O., Marcela⁷

¹Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud. UAM-X. México claucolombo@yahoo.com.mx

²Departamento de Ciencias de la Salud. Laboratorio de Andrología. UAM-I. México.

³Laboratoire de Microscopie. Faculté de Médecine. Université Lorraine. France.

⁴Departamento de Producción Agrícola y Animal. Laboratorio de Bioquímica de la Reproducción. UAM-X. México.

⁵Departamento de Ciencias de la Salud. Laboratorio de Citometría de Flujo. UAM-I. México.

⁶Departamento de Ciencias de la Salud. Laboratorio de Expresión Génica. UAM-I. México.

⁷Departamento de Producción Agrícola y Animal. Laboratorio de Suelos y Aguas. UAM-X. México. mvergara@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar, en función del tiempo post mórtem, el cambio en el patrón de fluorescencia de los espermatozoides epididimales de ovino por medio del marcaje con las lectinas *Arachis hipogaea* (PNA) y *Pisum sativum* (PSA). Se examinaron 24 pares de testículos que se obtuvieron en el rastro. Un testículo de cada par fue asignado aleatoriamente a uno de los siguientes tiempos post mórtem: 4, 24, 48 y 72 h (n =12), las células se obtuvieron mediante lavado retrógrado epididimal. Se realizó espermograma básico en cada muestra y las células se incubaron con PNA y PSA, se realizó microscopía de fluorescencia y citometría de flujo. Con microscopía de fluorescencia en espermatozoides marcados con la lectina PNA a las 4 y 24 h, se observó fluorescencia (++++) en la región acrosomal, mientras que a las 48 y 72h la región con fluorescencia (+) se observó ahora en la parte media del flagelo. Con PSA a las 4 y 24 h, la fluorescencia (++++) es únicamente en la región acrosomal, a las 48 y 72 h (+) cambia a la cabeza del espermatozoide. Con citometría de flujo hubo cambios significativos en el índice de fluorescencia a las 48 h con PNA (285878±204589, 381390±105298, 91818±44837, 114477±51936 a las 4, 24, 48 y 72 h post mórtem respectivamente) y a las 24 h con PSA (171817±119080, 936959±501168, 178581±71591, 145480±29030 a las 4, 24, 48 y 72 h post mórtem respectivamente). Los cambios en el patrón de fluorescencia en los espermatozoides observados en este estudio nos aportan información valiosa acerca de las modificaciones moleculares que ocurren en los espermatozoides con el paso del tiempo, antes de recuperar células para utilizarlas en procedimientos de reproducción asistida.

Palabras clave: Espermatozoide, epididimal, reacción acrosomal, lectina, post mórtem

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate, in terms of *postmortem* time, the change in the fluorescence pattern of epididymal sperm sheep by staining with the lectin *Arachis hypogaea* (PNA) and *Pisum sativum* (PSA). 24 pairs of testes were obtained on the abattoir. One testis of each pair was randomly assigned to one of the following times *postmortem*: 4, 24, 48 and 72 h (n = 12), cells were obtained by epididymal retrograde flush. Spermogram was performed on each sample and the cells were incubated with PNA and PSA, fluorescence microscopy and flow cytometry was performed. With fluorescence microscopy PNA lectin marked sperm at 4 and 24 h, in the acrosomal region, while at 48 and 72 with fluorescence (+) the fluorescence are now observed in the middle part of the flagellum. With PSA at 4 and 24 h, fluorescence (+++) is only in the acrosomal region, at 48 and 72 h (+) changes to the sperm head. With flow cytometry were significant changes in the rate of fluorescence at 48 h with PNA (285878 ± 204589 , 381390 ± 105298 , 91818 ± 44837 , 114477 ± 51936 at 4, 24, 48 and 72 h post mortem, respectively) and at 24 h with PSA (171817 ± 119080 , 936959 ± 501168 , 178581 ± 71591 , ± 29030 145480 at 4, 24, 48 and 72 h post mortem, respectively). Changes in the pattern of fluorescence in spermatozoa observed in this study provide valuable information about the molecular changes that occur in the sperm with the passage of time, before recovering cells for use in assisted reproductive procedures.

Key words: Spermatozoa, epididymal, acrosome reaction, lectin, postmortem.

INTRODUCCIÓN

La reacción acrosomal es un proceso especializado de fusión de la membrana citoplasmática con la membrana acrosomal externa en la zona apical de la cabeza espermática originando la liberación de las enzimas almacenadas en el acrosoma y la exposición de la membrana acrosomal interna. La reacción acrosomal es muy importante durante la fertilización ya que se da la liberación de las enzimas hidrolíticas que son requeridas para que el espermatozoide pueda penetrar la zona pelúcida; este proceso se desencadena luego que el espermatozoide entra en contacto con una serie de moléculas presentes en la zona pelúcida, lo cual permite el reconocimiento específico entre el espermatozoide y el ovocito (Patrat *et al.*, 2000). Para que ocurra la reacción acrosomal y la fertilización, se requiere que el espermatozoide sufra un proceso de capacitación, que se da durante el paso a través del tracto reproductor femenino donde ocurre la interacción entre los espermatozoides y las células del epitelio oviductal. Es aceptado que estos dos eventos, capacitación y reacción acrosomal, están unidos secuencial y funcionalmente y que varios de los procesos de activación de señales intracelulares que ocurren durante la reacción acrosomal, fueron iniciados durante la capacitación (Topfer_Petersen, 1999). Es importante tener en cuenta que estos eventos ocurren en los espermatozoides vivos y que los cambios celulares que ocurren post mórtem y que dañan la membrana espermática, pueden semejar una falsa reacción acrosomal (Bedford, 1970). Las glicoproteínas incorporadas al espermatozoide durante su tránsito por el epidídimo se cree que estabilizan la membrana plasmática del espermatozoide y evitan la capacitación prematura y por consiguiente la reacción acrosomal, esto es particularmente importante ya que, a

diferencia de las células secretoras somáticas que son capaces de realizar repetidos ciclos de exocitosis, en los espermatozoides la reacción acrosomal sólo puede ocurrir una vez, y el tiempo de vida de un espermatozoide reaccionado es limitado. Los términos de reacción acrosomal parcial y reacción acrosomal completa se refieren al estado del acrosoma de los espermatozoides: la reacción acrosomal parcial se define como la liberación parcial del contenido acrosomal o la exposición de la membrana acrosomal externa y por reacción acrosomal completa se entiende la exposición de la membrana acrosomal interna y la pérdida completa del contenido acrosomal (Jaiswal *et al.*, 1998).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se examinaron las muestras de 24 pares de testículos de ovino, obtenidos en el Rastro Municipal de Milpa Alta, Ciudad de México. Se transportaron a 4 °C en solución salina fisiológica y se asignó aleatoriamente a uno de los siguientes tiempos: 4, 24, 48, 72 h post mórtem (n=12). Los espermatozoides se obtuvieron mediante lavado retrógrado epididimal (Amann *et al.* 1982). Se realizó espermograma que incluyó concentración, viabilidad celular, movilidad progresiva individual y anomalías. La determinación de la concentración de espermatozoides se hizo con cámara de Neubauer. Para evaluar viabilidad y anomalías se utilizó la tinción eosina-nigrosina se evaluaron 100 células por duplicado. La movilidad espermática se evaluó por estimación visual con microscopio óptico con platina mantenida a 37°C (Evans y Maxwell, 1987). Se utilizaron las lectinas (PNA) que se une a residuos de galactosa y *Pisum sativum* (PSA) que tiene afinidad por manosa, conjugadas a isotiocianato de fluoresceína (FITC). Se tomaron alícuotas de 5×10^6 espermatozoides, se incubaron con 5 µl de la lectina a una dilución 1:50 durante 30 minutos a 37°C en PBS. Posteriormente se lavaron dos veces con PBS, centrifugando a 600 g por 5 minutos. Se tomó una alícuota de la muestra de espermatozoides marcados y lavados y se observó al microscopio de fluorescencia modelo OLYMPUS Evolution VF BX51 para determinar la presencia de reacciones acrosomales falsas (De Maistre *et al.*, 1996). El resto del paquete celular marcado fue fijado en paraformaldehído al 1% y analizado en un citómetro de flujo modelo FACScan (Becton Dickinson, Immunocytometry System, San José, CA, EUA). Se evaluaron 10,000 células por muestra en cada una de las condiciones estudiadas y posteriormente se analizaron los histogramas de la intensidad de fluorescencia (IF) contra el número de células marcadas. Para cada muestra se realizó un control negativo, incubando las lectinas por 30 minutos con sus respectivos azúcares a una concentración de 0.3 M antes de ser puestas en contacto con los espermatozoides (Fierro *et al.*, 1996). Los resultados se analizaron mediante un ANDEVA, las diferencias en las variables entre los diferentes tiempos post mórtem se analizaron por la prueba de comparación de Tukey con un $\alpha < 0.05$.

RESULTADOS

En general se observó una disminución de la calidad de los espermatozoides conforme aumentaba el tiempo post mórtem. Los resultados del espermograma realizado se muestran en la tabla 1. La comparación entre los diferentes tiempos post mórtem muestran diferencias significativas ($p < 0.05$) a partir de las 24 horas para todas las características analizadas con excepción de anomalías en el que se observaron diferencias significativas a partir de las 48 post mórtem.

Tabla 1. Se muestran los resultados obtenidos en el espermograma durante los diferentes tiempos post mórtem. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Tiempo post mórtem	4 horas	24 horas	48 horas	72 horas
Concentración (10^6)	2102.23±1093.64 ^a	1247.8±520.31 ^b	800.1±399.21 ^b	215.2±150.94 ^c
Viabilidad (%)	86.7±6.7 ^a	73.8±8.4 ^b	56.0±5.0 ^b	53.4±11.9 ^c
Movilidad (%)	83.8±8.6 ^a	67.6±5.7 ^b	65.1±7.5 ^b	36.8±11.4 ^c
Anormalidades (%)	7.9±0.8 ^a	8±0.5 ^a	10.7±1.1 ^b	13.3±1.2 ^b

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para las pruebas de evaluación de integridad acrosomal en la que se pueden observar diferencias significativas a partir de las 72 horas post mórtem para el marcaje con la lectina PNA mientras que para la lectina PSA se observan diferencias significativas a las 24 horas post mórtem.

Tabla 2. Pruebas de evaluación de integridad acrosomal. Se muestran los resultados obtenidos del marcaje con las lectinas PNA y PSA. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Tiempo post mórtem	4 horas	24 horas	48 horas	72 horas
PNA	97.6±0.8 ^a	97.4±1.0 ^a	97.3±1.0 ^a	93.1±2.1 ^b
PSA	97.5±1.1 ^a	94.3±2.1 ^b	95±2.5 ^b	96.7±1.5 ^b

Por medio de citometría de flujo se evidenciaron cambios en la intensidad de fluorescencia conforme el tiempo post mórtem transcurrió. Con la lectina PNA se observaron cambios significativos a partir de las 48 h post mórtem, mientras que con PSA la diferencia se da a las 24 h post mórtem. Estos resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Se muestran los resultados obtenidos con citometría de flujo en la prueba de unión a lectinas en el espermatozoide de ovino a diferentes tiempos post mórtem. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Tiempo post mórtem	4 horas	24 horas	48 horas	72 horas
PNA	285878±204589 ^a	381390±105298 ^a	91818±44837 ^b	114477±51936 ^b
PSA	171817±119080 ^a	936959±501168 ^b	178581±71591 ^a	145480±29030 ^a

DISCUSIÓN

Cuando un animal muere ocurre un proceso conocido como autólisis que inicia con el déficit celular de oxígeno lo que interrumpe la producción de ATP, por lo que las proteínas que se encuentran en la membrana plasmática y que mantienen activamente las concentraciones iónicas normales dentro de la célula dejan de funcionar, esto produce la entrada anormal de iones Calcio lo que activa enzimas intracelulares que perforan las membranas con lo que se produce daño celular irreversible (Robbins y Cotran, 2007). En los mamíferos es posible la obtención de espermatozoides epididimales potencialmente fértiles, almacenados en la cola del epidídimo, luego de la muerte o castración por motivos médicos (Shakeri *et al.*, 2008). Durante la fertilización están implicadas cadenas de carbohidratos en las membranas que intervienen en la unión del espermatozoide a la zona pelúcida, en la reacción acrosomal y en la fusión espermatozoide-ovocito (Benoff *et al.*, 1993; Cheng *et al.*, 1996; Gabriele *et al.*, 1998). Las lectinas comúnmente utilizadas para evaluar la integridad acrosomal son *Arachis hypogaea* agglutinina (PNA) que se une a la membrana acrosomal externa (Mortimer *et al.*, 1987) y *Pisum sativum* agglutinina (PSA) que se une a residuos de manosa en la membrana acrosomal interna (Cross *et al.*, 1986). Dado que las lectinas no pueden penetrar la membrana espermática, sólo los espermatozoides reaccionados o con daño en la membrana plasmática emiten fluorescencia cuando son marcados tanto con PNA como con PSA (Farlin *et al.*, 1992). Magargee *et al.* (1988) en espermatozoides de cauda de epidídimo de borrego detectan fluorescencia en la zona acrosomal de los espermatozoides utilizando la lectina PNA, nosotros también pudimos observar este marcaje en la región acrosomal al incubar las células con PNA. Mientras que con citometría de flujo se observó a las 4 h un índice de fluorescencia de 285878 ± 204589 , esta fluorescencia aumenta a las 24 h siendo de 381390 ± 105298 , quizá como consecuencia de la entrada de calcio a la célula, sin embargo no existen diferencias significativas hasta las 48 h cuando el índice de fluorescencia disminuye a 91818 ± 44837 manteniéndose sin diferencias comparado con las 72 h post mórtem. Con la lectina PSA se observó con microscopía de fluorescencia marcaje en la región acrosomal a las 4 y 24 h post mórtem y este patrón cambia a las 48 y 72 h siendo ahora en toda la cabeza espermática, no se pudo observar ninguna célula con reacción acrosomal completa, es decir, con fluorescencia en la zona ecuatorial, presentándose diferencias significativas a partir de las 4 h (97.5 ± 1.1) post mórtem con respecto al siguiente tiempo de 24 h (94.3 ± 2.1), sin embargo, al igual que con PNA estos porcentajes se mantienen en menos de 10 % de células marcadas conforme transcurre el tiempo ya que para las 48 h se obtuvo 95 ± 2.5 y para las 72 h fue de 96.7 ± 1.5 sin que se dieran diferencias significativas con respecto a 24 h tanto a las 48 h como a las 72 h post mórtem. Resulta interesante que el porcentaje de espermatozoides reaccionados sea bajo, ya que se esperaba que conforme el tiempo post mórtem aumentara, el número de reacciones acrosomales falsas fuera mayor como consecuencia de la autólisis celular, sin embargo, Mir *et al.* (2012) encontraron un porcentaje similar en espermatozoides epididimales de ovino a las 0 h de 96.29 ± 1.39 , 91.44 ± 0.89 a las 24 h y 89.92 ± 0.90 a las 48 h pero ellos encuentran diferencias significativas entre 0 y 24 h pero no así, entre 24 y 48 h post mórtem. Con citometría de flujo para PSA, se observaron diferencias significativas en el índice de fluorescencia entre las 4 h y las 24 h post mórtem ya que se observó un incremento en el índice de fluorescencia a las 24 h, cambiando de 171817 ± 119080 a las 4 h a 936959 ± 501168 a las 24 h, para después

disminuir a las 48 h (178581 ± 71591) y a las 72 h (145480 ± 29030) no siendo significativamente diferentes estos tiempos a las 4 h post mórtem.

CONCLUSIONES

Desafortunadamente no existen estudios con los cuales podamos comparar estos resultados, pero los cambios en glicoproteínas membranales de los espermatozoides observados nos dan información valiosa acerca de los cambios moleculares que ocurren en los espermatozoides epididimales de ovino conforme transcurre el tiempo, ya que la alteración en la expresión de los sitios de unión pudiera ser causa de la disminución en la fertilidad de una muestra.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo parcialmente financiado por CONACYT, ANUIES-ECOS (0105961-M/M10-A02) Beca escolar CONACYT 330657 a Claudia Colombo Juárez.

LITERATURA CITADA

- Amann RP, Schanbacher BD. 1982. Physiology of male reproduction. *Journal of Animal Science*. 57 Suppl. 2 380-403.
- Benoff S, Hurley I, Cooper G, Mandel F, Rosenfeld D, Hershlag A. 1993. Head-specific mannose-ligand receptor expression in human spermatozoa is dependent on capacitation-associated membrane cholesterol loss. *Human Reprod*. 8(12):2141-2154.
- Bleil JD, Wassarman PM. 1988. Galactose at the nonreducing terminus of O-linked oligosaccharides of mouse egg zona pellucida glycoprotein ZP3 is essential for the glycoprotein's sperm receptor activity. *Proc Natl Acad Sci USA*. 85:6778-6782.
- Cheng FP, Fazeli A, Voorhout W, Marks A, Bevers M, Colenbrander B. 1996. Use of peanut agglutinin to assess the acrosomal status and the zona pellucida induced acrosome reaction in stallion spermatozoa. *Journal of Andrology*. 17(6) 674-682.
- De Maistre E, Bene MC, Foliguet B, Touati, F, Faure GC. 1996. Centrifugation on Percoll gradient enhances fluorescent lectin binding on human sperm: a flow cytometric analysis. *Arch Androl* 37:179-187.
- Evans G, Maxwell W. 1990. Inseminación artificial en ovejas y cabras. Zaragoza, España: Acribia.
- Fierro R, Foliguet B, Bene MC, Barbarino P, Faure GC, Grignon G. 1996. Lectin binding sites on human sperm during acrosome reaction: modifications judged by electron microscopy/flow cytometry. *Archives of Andrology* 36:187-196.
- Flesch FM, Gadella BM. 2000. Dynamics of the mammalian sperm plasma membrane in the process of fertilization. *Biochim Biophys Acta* 1469:197-235.
- Gabriele A, Andre GD, Cordeschi G, Properzi G, Giammatteo M, De Stefano C, Romano R, Francavilla F, Francavilla S. 1998. Carbohydrate binding activity in human spermatozoa: localization, specificity and involvement in sperm-egg fusión. *Mol Hum Reprod* 4(6) 543-553.
- Jaiswal BS, Eisenbach M, Tur-kaspa IT. 1999. Detection of partial and complete acrosome reaction in human spermatozoa: which inducers and probes to use? *Mol Hum Reprod* 5:214-219.

- Magargee SF, Kunze E, Hammersted RH. 1988. *Biol Reprod* 38:667-685.
- Mir S, Lone F, Khan M, Malik A, Islam R, Sofi K. 2012. Effect of cold storage period on the quality of ram cauda epididimal spermatozoa recovered postmortem. *Turk J Vet Anim Sci.* 36(6) 683-687.
- Robbins R, Cotran R. 2007. Adaptaciones celulares, lesión celular y muerte celular. En: *Robbins y Cotran, Patología estructural y funcional*. Elseviers Saunders. Séptima edición.
- Shakeri M, Roshanfekar H, Mamoei M, Mirzadeh K. 2008. Effect of epididymis handling conditions on the quality of ram spermatozoa recovered *postmortem*. *Assian Journal of Animal and Veterinary Advances.* 3(6):400-408.

084 EVALUACIÓN DE CONCENTRACIONES DE EXTRACTO DE *Larrea tridentata* COMO GARRAPATICIDA

EFFICACY OF *Larrea tridentata* EXTRACTS AGAINST TICKS

Luis Lauro de León González¹; Miguel Mellado Bosque², Juan Ricardo Reynaga Valdés¹, Luis Pérez Romero¹, Ariday Salinas Zárate¹ y Jesús Cabrera Hernández¹.

¹ Departamento de Recursos Naturales Renovables y ² Departamento de Producción Animal – Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923. Buenavista, Saltillo, Coah., México. CP. 25315. Fax 411 03 50 ldeleong@gmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar concentraciones diferentes de extracto de gobernadora (*Larrea tridentata*) para matar garrapatas en bovinos en el Rancho La Máquina, en Santa Catarina Juquila, Oaxaca. Se secaron en estufa hojas de gobernadora a 60 °C por 72 h y luego se molieron; se pesaron y colocaron en frasco ámbar añadiéndose tres partes de alcohol etílico de 96°. La mezcla se dejó reposar por 25 días agitándose periódicamente. Posteriormente, se extrajo el líquido obteniendo la Tintura Madre. En cuatro recipientes se colocaron 100 ml de ésta, se dejó evaporar hasta llegar a las concentraciones de 75, 50, 25 y 10 por ciento. A estas concentraciones agregamos 0.221, 0.147, 0.074 y 0.029 ml de detergente líquido, respectivamente. Seleccionamos cinco vacas en las que se delimitaron tres regiones (ubre y ambas ingles) por bovino y aplicamos tres aspersiones de las concentraciones de gobernadora. Estas concentraciones se compararon con un químico comercial (amitraz). Se hicieron siete lecturas: antes de aplicar los tratamientos; a los 20 y 40 minutos; a las 2,4 y 24 horas y; a los 4 días después de la aplicación. Los resultados indican que a las 24 h el químico fue más efectivo que las concentraciones y la concentración del 10 por ciento tuvo una efectividad del 63.03 por ciento. Sin embargo, logramos 100 por ciento de mortandad de garrapatas a los 4 días con todas las concentraciones.

Palabras clave: Garrapaticida, *Larrea tridentata*, Extractos, Concentraciones, Bovinos.

ABSTRACT

The objective of this experiment was to assess the efficacy of *Larrea tridentata* extracts against ticks in beef cattle in La Maquina ranch, in Santa Catarina Juquila, Oaxaca. Fresh leaves of *Larrea tridentata* were macerated after drying them in an oven at 60°C during 72 hours. Samples were weighed and were placed in an amber glass jar. Three parts of ethylic alcohol (96°) were added and the mixture was left undisturbed during 25 days, with occasional shaking of the jar. Then the fluid of the jar was separated and it was allowed to evaporate to obtain 75, 50, 25 y 10% concentrations. 0.221, 0.147, 0.074 and 0.029 ml of liquid detergent were added to solutions. These preparations were placed in a manual sprayer. Five cows were sprayed thrice in the udder and both inner thighs with the different extract concentrations. A control group comprising cows receiving a commercial product (amitraz). Tick mortality was assessed in 7 time points: the first observation was made before the application of the extract, and the subsequent observations were made at 20 and 40 minutes, 2, 4 and 24 hours and 4 days post-application. Data were analyzed with the central measures tendency NCSS statistical

program version 2000, for measures of central tendency and dispersion. The commercial anti-tick product was more effective than the extract at 24 hours post-treatment. 10% concentration of the extract was 63.03% effective in eliminating ticks. Extract of *Larrea tridentata* was 100% effective at all concentrations after 4 days of application.

Key words: anti-tick treatment, *Larrea tridentata*, extract, concentrations, bovines

INTRODUCCIÓN

Las garrapatas son ectoparásitos succionadores de sangre que ocasionan problemas económicos a los ganaderos (Cooper, 2003). La garrapata *Boophilus* se desarrolló por miles de años en contacto con el ganado Cebú, por lo que tiene cierto grado de resistencia a este parásito, contrario al ganado europeo que carecieron de este contacto, lo que los hizo altamente vulnerables en climas tropicales. La garrapata *Boophilus microplus* se encuentra dentro de los paralelos 32 de ambos hemisferios, ocasionando un impacto económico negativo en la ganadería debido a efectos directos e indirectos (Lima *et al.*, 2000; Cen *et al.*, 1998). Para el control de *B. microplus* se aplican ixodicidas (Fragoso *et al.*, 1999), pero el control químico es incapaz en algunas regiones debido a la resistencia adquirida por las garrapatas, lo cual tiene un efecto negativo en el costo-beneficio de la producción. En esta investigación buscamos estrategias nuevas de control de la garrapata, utilizando extractos de gobernadora, pero también para preservar el ambiente, utilizando productos orgánicos. El objetivo es evaluar concentraciones de extracto de *Larrea tridentata* como garrapaticida.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Rancho La Máquina en Santa Catarina Juquila, Oaxaca, ubicada a 16° 06' 07" latitud N y 97° 21' 03" longitud O y a 213 msnm. Hojas de gobernadora (*Larrea tridentata*) se secaron en estufa a 60°C por 72 horas, luego se trituraron parcialmente para tener mayor superficie de contacto con el solvente. Este material se pesó y colocó en un envase ámbar al que se añadieron tres partes de alcohol etílico de 96°, para extraer las resinas de la planta y se dejó en el recipiente por 25 días, agitando periódicamente; de aquí se obtuvo la Tintura Madre. Esta tintura se colocó en cuatro recipientes para hacer las concentraciones de 75, 50, 25 y 10%, las cuales se concentraron por medio de la evaporación del alcohol. Después se les agregó 0.221, 0.147, 0.074 y 0.029 ml de detergente líquido, respectivamente, como surfactante. El testigo usado fue un garrapaticida químico, Bovitraz, cuyo ingrediente activo es el Amitraz y, se aplicó como lo recomienda el fabricante, una parte de Bovitraz en 500 partes de agua. La unidad de muestra fue un círculo de 78.54 cm² delimitado con pintura de aceite color blanco en ubres e ingles de las cinco vacas de raza Cebú, que se utilizaron. Cada unidad de muestra contó con un mínimo de 15 garrapatas. Por cada tratamiento se tuvieron tres regiones diferentes del animal, considerando cada bovino como tratamiento. Las garrapatas encontradas fueron hembras y machos de *Ambliomma cajennense* y *Boophilus microplus*. Se hicieron tres aspersiones de cada concentración de extracto de gobernadora a cada unidad de muestra y se midió la mortandad de garrapatas haciendo lecturas a siete intervalos de tiempo: antes de la aplicación; a los 20 y 40 minutos; a las 2, 4 y 24 horas y a los cuatro días, después de la aplicación. Las lecturas de mortandad se hicieron por observación directa a cada región del animal y con la ayuda de una cámara fotográfica digital; se observó si las

garrapatas tenían o no movimiento y se registraron la cantidad de individuos muertos en cada tratamiento. En el análisis de los datos se usó el programa estadístico NCSS versión 2000 para medidas de tendencia central: media, moda, mediana y de dispersión: desviación estándar, rango, máximo, mínimo, coeficiente de variación, coeficiente de dispersión y la normal (NCSS, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los porcentajes de mortandad de garrapatas, a diferentes tiempos, en cada una de las regiones de cada bovino, a diversas concentraciones de extracto de gobernadora, logrando el 100% de efectividad en todas las concentraciones, igualando al testigo, aunque éste fue más efectivo en las primeras 24 horas. El tratamiento 1, a concentración del 75% alcanzó un promedio de mortandad de 49.03% en las tres regiones a las 24 horas, lo cual es superior al 10, 11.11, 12.5 y 16.66% de mortandad de las potencias 2, 3 y 4, respectivamente, que encontró León *et al.* (2009), quienes aplicaron diluciones centesimales Hahnemanianas de *Larrea tridentata* para matar garrapatas; sin embargo, la potencia 1 logró 100% de efectividad con lo que supera el 49.03% de esta investigación. El segundo tratamiento, concentración del 50%, presentó promedio de 42.63% de mortandad a las 24 horas, superando el 33.33, 10.0, 30.0, 16.66 y 13.33% de las potencias 6, 7, 8, 9 y 10, respectivamente, que reportan León *et al.* (2009). El tratamiento tres, concentración del 25%, alcanzó un 45.7% en promedio de mortandad a las 24 horas, valor inferior al 100% que obtuvieron León *et al.* (2009) con la potencia 1. El cuarto tratamiento, con concentración del 10%, obtuvo 63.03% en promedio de mortandad a las 24 horas, inferior al 100% logrado por León *et al.* (2009), aunque su potencia 6 sólo alcanzó el 33.33% de efectividad. Las cuatro concentraciones aquí evaluadas, superan el 25.3% de mortandad que reporta Soberanes *et al.* (2002) quienes hicieron comparaciones de productos químicos como el Tactic®, Bovithion®, Dursban®, Esteladon®, Asuntol®, Bayticol®, Permetrina®, Batestan®, Ectogan®, y Garraban®, con amitraz como ingrediente activo y, con la concentración recomendada durante un tiempo de exposición de un minuto.

Al comparar los cuatro tratamientos con el producto químico (amitraz), a los 20 minutos el químico alcanzó el 20% de efectividad y las concentraciones 0%. A las cuatro horas el tratamiento tres, con concentración de 25%, logró 7.69% y el resto de los tratamientos tuvieron arriba del 20% de mortandad. A las 24 horas, el tratamiento cuatro fue el más efectivo con 63.03% de mortandad, mientras que los tratamientos 1, 2 y 3 obtuvieron 49.03, 42.63 y 45.7% en promedio. Sin embargo, todos los tratamientos alcanzaron el 100% de efectividad al término de los cuatro días, igualando el producto químico (Tabla 1). Al describir el fenómeno a través de la estadística descriptiva, con medidas de tendencia central y dispersión, cuando los valores del coeficiente de variación (CV) caen entre 0 y 30%, indica que existe un grupo de garrapatas; cuando se tiene de 30 a 60% de CV, hay dos grupos y; cuando hay CV entre 60 y 90%, se encuentran tres grupos. La Tabla 2, de acuerdo al CV, indica que en los bovinos 1, 2, 3 y 4 hay dos grupos de garrapatas y en el animal 5, hay tres grupos de garrapatas. Los grupos encontrados en los animales 1, 2, 3 y 4 fueron; garrapatas repletas de sangre y garrapatas sin acumulación perceptible de sangre, en algunos casos hembras y machos. En el animal 5, (aplicación del químico), los tres grupos encontrados fueron: garrapatas repletas, machos y hembras. Al comparar los tratamientos 1, 2, 3 y 4 contra

el 5 (testigo), de acuerdo al coeficiente de dispersión, los primeros cuatro tratamientos son más homogéneos (Tabla 2), pero de acuerdo a la prueba D'Agostino Omnibus k se acepta la distribución normal de los datos. Al analizar cada bovino por separado, en los cinco se presentó la normalidad y en los primeros cuatro animales (concentraciones), al cuarto día hubo 100% de mortandad, pero en el animal cinco (testigo) este porcentaje se presentó desde las 24 horas además; en las regiones 1 y 2 hay tres grupos de garrapatas: repletas de sangre, hembras y machos. Se hizo una corrida en el Programa NCSS 2000 con las variables C4 (garrapatas que se desprendieron de la piel) y C5 (garrapatas que se murieron), dando un coeficiente de correlación de 0.94. El alfa de Standardized Cronbachs Alpha = 0.967377 no hay redundancia en las variables implicadas.

Tabla 1. Mortandad de garrapatas (%) por región a diferentes tiempos considerando cada bovino como tratamiento.

Datos			1ª Aplicación (07-Agosto-2010)						
			Lecturas						
Concen-tración	Vaca o tratamiento	Región	1ª (0 min) Núm. individuos	2ª % (20 min)	3ª % (40 min)	4ª % (2 hr)	5ª % (4 hr)	6ª % (24 hr)	7ª % (4 d)
75%	1	1	16	0.00	6.25	6.25	6.25	56.25	100
		2	21	4.76	14.29	14.29	14.29	52.38	100
		3	13	0.00	7.69	7.69	7.69	38.46	100
50%	2	1	18	0.00	0.00	22.22	22.22	33.33	100
		2	11	0.00	0.00	18.18	18.18	54.55	100
		3	10	0.00	0.00	30.00	30.00	40.00	100
25%	3	1	13	0.00	0.00	7.69	7.69	61.54	100
		2	10	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	100
		3	9	0.00	0.00	0.00	0.00	55.56	100
10%	4	1	13	0.00	15.38	15.38	15.38	53.85	100
		2	12	0.00	25.00	25.00	33.33	58.33	100
		3	13	0.00	38.46	38.46	46.15	76.92	100
Testigo	5	1	10	10.00	40.00	40.00	50.00	90.00	100
		2	8	25.00	50.00	50.00	62.50	100.00	100
		3	16	25.00	50.00	50.00	68.75	100.00	100

Tabla 2. Descripción del fenómeno a través de la estadística descriptiva con medidas de tendencia central y variabilidad.

Núm. Animal	N	Med	Desv est.	Mín	Máx	Rango	Mediana	Moda	CV (%)	C. de Disp. (%)	D'Agostino Omnibus k
1	21	12.33	6.28	0	21	21	13	-	50.91	35.90	A
2	21	9.52	5.41	0	18	18	10	-	56.90	40.00	A
3	21	8.33	4.16	0	13	13	9	-	49.96	31.75	A
4	21	8.19	4.42	0	13	13	9	13	54.00	38.62	A
5	21	5.63	4.57	0	16	16	5.5	-	81.31	63.64	A

CONCLUSIONES

Las concentraciones del extracto de gobernadora son efectivas en el control de garrapatas y estadísticamente el mismo efecto que el testigo (amitraz). Estas concentraciones tienen el mismo efecto estadístico que el testigo, éste es efectivo a las 24 horas con 100% de mortandad y las concentraciones a los 4 días. Todas las concentraciones fueron igualmente efectivas para matar garrapatas existentes en las regiones corporales estudiadas de los bovinos. El orden de efectividad de las concentraciones fue: 10%, 75%, 25% y 50%.

LITERATURA CITADA

- Cen AJ, Rodríguez VR, Domínguez AJ, Wagner G. Studies on the effect on infection by *Babesia* sp. on oviposition of *Boophilus microplus* engorged females naturally infected in the Mexican tropics. *Veterinary Parasitology* 1998; (78):253-257.
- Cooper M, Robertson L. Control de las garrapatas del ganado vacuno. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. México/Buenos Aires. 2003: 6.
- Fragoso SH, Ortiz EM, de Labra V, Ortiz NN, Rodríguez M, Redondo M, de la Fuente J, Hernández PV. Evaluación de la vacuna contra la garrapata Bm86 (Gavac) para el control de *Boophilus microplus* [Memorias] IV Seminario Internacional de Parasitología Animal. Puerto Vallarta, Jalisco, México. 1999:47-50.
- León GLL de, Rodríguez AM, Reynaga V JR, Ayala O MJ, Rodríguez G L. Extracto de *Larrea tridentata* como garrapaticida contra un químico comercial (Amitraz). [Memorias] VI Simposio Internacional de Pastizales. UANL-ITESM. Monterrey, N.L. 2009.
- Lima WS, Riveiro MF and Guimaraes MP. Seasonal variation of *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) in cattle in Minas Gerais State, Brazil. *Tropical Animal Health and Production* 2000; (32): 375-380.
- NCSS. Programa estadístico versión 2000. 2010. Disponible: <http://www.ncss.com>. Consultado noviembre 2010.
- Soberanes CN, Santamaría V M, Fragoso S H, García V Z. Primer caso de resistencia al amitraz en la garrapata del ganado *Boophilus microplus* en México. 2002. Disponible: <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/publicaciones/publicación04.php?IdPublicación=665>. Consultado noviembre 2010.

085 THYMOL AND CARVACROL ASSESSING IN CHICKEN BREAST

EVALUACIÓN DEL TIMOL AND CARVACROL EN PECHUGAS DE POLLO

Fidel Ávila Ramos^{*1}, Carlos Alfredo Carmona Gasca¹, Francisco Escalera Valente¹, Omar Francisco Prado Rebolledo² and García Márquez Luís Jorge²

¹Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera a Chapaila. Compostela, Nayarit, México. C.P. 63700. Tel-Fax (52) 327 277 17 18. ²Universidad de Colima, Campus Tecomán Km. 40 Autopista Colima-Manzanillo. Crucero de Tecomán. CP.28100 Tecomán, Colima, México. Tel-Fax (52) 313 322 9405 Ext. 52500. *Corresponding author: ledifar@hotmail.com

ABSTRACT

The objective of this research was to quantify thymol and carvacrol in chicken breast meat. In total, 320 broilers were raised from 1 to 42 d of age. Broilers were fed on a basal corn soybean meal diet contained crude soybean oil (CSO) or acidulated soybean oil (ASO). Each diet was supplemented with 0 or 100 mg oregano oil kg of feed. At 42 d, broilers were slaughtered and *Pectoralis major* samples were collected. Measurement and determination of the two compounds were performed by gas chromatography and mass spectrometry (GC-MS). Data were transformed with arcsine function and analyzed parametrically. A significant increase of thymol and carvacrol was found in chicken breast meat supplemented with oregano oil ($P \leq 0.05$). Broiler meat fed with oregano oil and CSO accumulated more thymol and carvacrol: 160 % or $0.28 \mu\text{g g}^{-1}$ and 178 % or $0.53 \mu\text{g g}^{-1}$, also broiler meat fed with oregano oil and ASO accumulated more thymol and carvacrol: 452 % or $0.43 \mu\text{g g}^{-1}$ and 548 % or $0.54 \mu\text{g g}^{-1}$, with respect to broiler meat without oregano oil in the diet. In conclusion, dietary oregano oil supplementation increased the deposition of thymol and carvacrol in breast meat of broilers.

Keywords: *Origanum vulgare*, oregano essential oil, chicken breast meat

INTRODUCTION

The addition of antioxidants through feed may decrease the lipid oxidation of unsaturated fatty acids in meat, therefore increasing its shelf life (Mandal *et al.*, 2009). In the last decade, knowledge about plants and their antioxidant content has increased. Many compounds are natural and safe; therefore, they are used to maintain the oxidative stability of meat. These compounds also have good consumer acceptance (Liu *et al.*, 2008).

Oregano is an aromatic plant used to improve the organoleptic characteristics of foods. Oregano oil is used in broilers to promote growth and reduce the use of conventional antibiotics (Giannenas *et al.*, 2005). This oil added to the feed of broilers works as an antioxidant and maintains meat lipid oxidative stability. Thymol and carvacrol as analytical reagents have antioxidant effects in meat similar to oregano oil. However, these antioxidants have different effects and oil or fat in the broiler diet can modify its activity. In order to choose an appropriate fat or oil, the price, the availability and the energy value must be known previously (Yanishlieva *et al.*, 1999).

Acidulated soybean oil (ASO) is a concentrated source of energy and compared to soybean oil contains high levels of free fatty acids (~50 %), however it has a low market price because it is a byproduct of the refining crude soybean oil (CSO) industry. ASO does not affect the productive response of broilers, but its inclusion in their diet could decrease the oxidative stability of meat (Avila-Ramos *et al.*, 2012).

The addition of natural compounds to the feed of broilers can improve the quality of meat and meat products (Young *et al.*, 2003). Conversely, it is necessary to know the accumulation of these natural compounds in meat by adding different concentrated sources of energy. Therefore, the objective of this research was to quantify the amount of thymol and carvacrol deposited in chicken breast meat when the broilers received ASO or CSO as a concentrated source of energy in the feed.

MATERIALS AND METHODS

Broiler production

Three hundred and twenty Ross 308 broilers were raised from 1 to 42 d of age, given feed supplemented with ASO or CSO and 100 mg kg⁻¹ oregano oil (80 broilers) and without oregano oil (80 broilers). Broilers were randomly distributed into four treatments with four replications; each replication consisted of 20 birds (20 birds*4 replications*4 treatments = 320 birds).

Broiler Processing

At the end of the growing period, 42 d, four broilers per replication were randomly selected for slaughter. Carcasses were chilled in ice-water for 1 h, kept them in coolers with ice, and at 6 h *postmortem* the breast meat was deboned. Skin and visible fat were removed from the breast and then the meat was vacuum-packed and stored frozen (-21 °C) for ~1 month. Eight samples of chicken breast meat were obtained from each treatment. The meat was thawed (4 °C) for 24 h, then mixed and ground it. (Mill, Model DPA 139, Moulinex, México).

Meat Thymol and Carvacrol Extraction

The meat was ground and mixed by gloved hands for 5 min; 10 g of meat were placed in a polypropylene tube with 10 mL of CH₂Cl₂. The solution was mixed for 2 min and allowed to stand for 30 min. Then, 1.5 g of MgSO₄ and 1 g of NaCl were added. The sample was shaken vigorously and centrifuged (Mod. 5804, Eppendorf®, USA, New York) at 4083 relative centrifugal force (rcf), for a period of 5 min. From the upper layer of the sample, 6 mL were taken, then 0.9 g of MgSO₄ was added and the solution was again centrifuged (4083 rcf). One mL of the upper layer was concentrated to 100 µL by nitrogen flow, and finally 1 µL was injected into the GC.

Determination of Thymol and Carvacrol

To identify and determine the amount of thymol and carvacrol, a gas chromatograph was used (GC, Hewlett Packard P-6890, USA, California) coupled with a mass spectrometer (MS; Hewlett Packard 7953, USA, California) containing a capillary column Hewlett Packard 5ms® (30 m length, 0.25 mm internal diameter and 0.25 µm film thickness, USA., California) was used as well. The temperature of the GC injection port was 150°C, the initial temperature of the oven was 60°C during 5 min, and was increased 20°C per m to reach 200°C. Helium was used as a carrier gas (Helio, Infra S.A. de C.V., State of Mexico, Mexico). The ME was operated in scan mode (range m/z: 30-550) electron ionization (70 eV). Temperatures of the

quadrupole, ion source and interface were 150, 230 y 220 °C, respectively. One μL of the sample was injected into the GC by using the splitless mode, and the mass spectra obtained were compared to database NIST 2.0 (National Institute of Standards and Technology, USA). Ions were identified, as well as their retention times and their relative abundance.

Statistical analysis

Because of lack of normality, the concentration of antioxidants in meat was expressed as percentage of the maximum value obtained and these data were transformed with arcsine to be analyzed with the Kolmogorov-Smirnov test (SAS Institute Inc., 2000); results indicated a trend of normality for thymol and carvacrol ($P = 0.064$ and $P = 0.078$). There were not effects of the main factor soybean oil neither of the interaction ($P > 0.05$), only the main factor oregano oil was significant ($P < 0.05$), then an analysis of variance was performed to test the effects of oregano oil at two levels: supplemented and not supplemented, on the thymol and carvacrol response variables (Table 1 and 2). Additionally the four treatments (CSO and ASO with and without oregano oil supplementation) were compared using the test of Tukey.

RESULTS

The intervals of concentrations of thymol and carvacrol in chicken breast meat that received CSO were 0 to 0.9526 and 0 to 2.0122 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectively. Oregano oil supplemented to the CSO diet increased the levels of thymol and carvacrol in chicken breast meat ($P < 0.05$ and $P < 0.075$). Thymol and carvacrol increased from 0.1765 to 0.4591 and from 0.3002 to 0.8340 $\mu\text{g g}^{-1}$ (160 y 178 % respectively, Table 1). Thymol and carvacrol increased from 0.0953 to 0.5263 and from 0.0979 to 0.6345 $\mu\text{g g}^{-1}$ (452 and 548 % respectively, Table 2).

DISCUSSION

The number of characteristic ions (quantifier and qualifier), their relative abundance, retention times and ratios of the four mass to charge (m/z) signals, are identified. To validate the characteristics of compounds assessed by GC-MS: (1) the presence of at least three characteristic ions of the mass spectrum, (2) chromatographic peak with the same retention time as the standard of reference, (3) relative abundances of the characteristic ions matching the standard of reference, (4) more than three m/z signals and (5) the blank should not present interference or peaks with the same retention time as the compounds of interest (Mastovska y Lehotay, 2003).

Thymol and carvacrol were detected in chicken breast meat samples without receiving oregano oil in the diet. Their presence in the meat was produced by the yellow corn used to produce the feed (Cabrera-Soto *et al.*, 2009). Phenols in the diet of broilers are absorbed and deposited in cell membranes of the meat. This process has been evaluated indirectly as oxidative stability tests in meat of broilers that were fed both compounds and compared with meat of broilers that did not receive them through the feed (Botsoglou *et al.*, 2002). The amount of thymol and carvacrol in meat increased with the oregano oil supplementation into the feed (100 mg kg^{-1} , Table 1 and 2). In this research, only breast meat was used to measure both compounds, but their accumulation could be higher in liver, brain, kidney, thigh, and abdominal fat or skin, because these body tissues contain more fatty acids (Luna *et al.*, 2010).

The amount of thymol in broiler meat fed with CSO and oregano oil in the diet was slightly lower respect to those broilers fed with ASO and oregano oil (0.4591 vs., 0.5263 $\mu\text{g g}^{-1}$), Table 1 and 2. The amount of thymol in broiler meat fed with CSO without oregano oil was higher compared with those broilers fed with ASO without oregano oil (0.1765 vs., 0.0953 $\mu\text{g g}^{-1}$), Table 1 and 2. The amount of carvacrol in broiler meat fed with CSO and oregano oil in the diet also was higher compared with those broilers with ASO and oregano oil (0.1765, 0.3002 vs., 0.0953, 0.0979 $\mu\text{g g}^{-1}$). In general, a higher concentration of thymol and carvacrol was observed in the meat of broilers fed with CSO when they are compared to those broilers fed with ASO. In conclusion, thymol and carvacrol antioxidants appear in broilers breast meat in large quantities when the diet is supplemented with oregano oil. The crude soybean oil with oregano oil accumulates greater amounts of thymol and carvacrol in comparison with the acidulated soybean oil without oregano oil.

REFERENCES

- Avila-Ramos, F., A. Pro-Martínez., E. Sosa-Montes., J. M. Cuca-García., C. M. Becerril-Peréz., J. L. Figueroa-Velasco, and C. Narciso-Gaytán. 2012. Effects of dietary oregano essential oil and vitamin E on the lipid oxidation stability of cooked chicken breast meat. *Poult. Sci.* 91:505-511.
- Botsoglou, N. A., E. Christaki., D. J. Fletouris., P. Florou-Paneri, and A. B. Spais. 2002. The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage. *Meat Sci.* 62:259-265.
- Cabrera-Soto, M. L., Y. Salinas-Moreno., G. A. Velázquez-Cardelas, and E. Espinosa-Trujillo. 2009. Contenido de fenoles solubles e insolubles en las estructuras del grano de maíz y su relación con propiedades físicas. *Agrociencia* 43:827-839.
- Giannenas, I. A., P. Florou-Paneri., N. A. Botsoglou., E. Christaki, and A. B. Spais. 2005. Effect of supplementing feed with oregano and/or alpha-tocopheryl acetate on growth of broiler chickens and oxidative stability of meat. *J. Anim. Feed Sci.* 14:521-535.
- Liu, H., N. Qiu., H. Ding, and R. Yao. 2008. Polyphenols contents and antioxidant capacity of 68 Chinese herbals suitable for medical or food uses. *Food Res. Int.* 41:363-370.
- Luna, A., M. C. Labaque., J. A. Zygadlo, and R. H. Marin. 2010. Effects of thymol and carvacrol feed supplementation on lipid oxidation in broiler meat. *Poult. Sci.* 89:366-370.
- Mandal, S., S. Yadav., S. Yadav, and R. K. Nema. 2009. Antioxidants: A Review. *J. Chem. Pharma. Res.* 1:102-104.
- Mastovska, K., and S. Lehotay. 2003. Practical approaches to fast gas chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatogr. A* 1000:153-180.
- Yanishlieva, N. V., E. M. Marinova., M. H. Gordon, and V. G. Raneva. 1999. Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipids systems. *Food Chem.* 64:59-66.
- Young, J. F., J. Stagsted., S. K. Jensen., A. H. Karlsson, and P. Henckel. 2003. Ascorbic acid, α -tocopherol, and oregano supplements reduce stress-induced deterioration of chicken meat quality. *Poult. Sci.* 82:1343-1351.

Table 1. Means of thymol and carvacrol concentrations in chicken breast meat fed on a diet based on crude soybean oil (CSO) supplemented or not supplemented with oregano oil.

Compound	Concentrations ($\mu\text{g g}^{-1}$)		Increment compared to control, %
	Not supplemented (Control)	Supplemented with oregano oil	
Thymol	0.1765 b	0.4591 a	160
Carvacrol	0.3002 b	0.8340 a	178

a,b Means with different letters within the same row are statistically different ($P < 0.05$ for thymol; $P < 0.075$ for carvacrol). Intervals from 0 to 0.9526 and 0 to 2.0122 $\mu\text{g g}^{-1}$ for thymol and carvacrol, respectively.

Table 2. Means of thymol and carvacrol concentrations in chicken breast meat fed on a diet based on acidulated soybean oil (ASO) supplemented or not supplemented with oregano oil.

Compound	Concentrations ($\mu\text{g g}^{-1}$)		Increment compared to control, %
	Not supplemented (Control)	Supplemented with oregano oil	
Thymol	0.0953 b	0.5263 a	452
Carvacrol	0.0979 b	0.6345 a	548

a,b Means with different letters within the same row are statistically different ($P < 0.096$ for thymol; $P < 0.05$ for carvacrol). Intervals from 0 to 1.8388 and 0 to 1.8867 $\mu\text{g g}^{-1}$ for thymol and carvacrol, respectively.

086 PARAMETROS AL NACIMIENTO Y SACRIFICIO DE CUYES (*Cavia porcellus*) EN NAYARIT, MÉXICO

PARAMETERS AT BIRTH AND SACRIFICE OF GUINEA PIGS (*Cavia porcellus*) in NAYARIT, MEXICO

Samuel Barrera Zúñiga, Sergio Martínez González, Francisco Escalera Valente, Bladimir Peña Parra, Lenin Loya Olgún, Humberto Macías Coronel

Cuerpo Académico Producción y Biotecnología Animal, Universidad Autónoma de Nayarit.
Carretera de cuota Compostela- Chapalilla KM 3.5, C.P.63700. Compostela, Nayarit.
sergiotepic@hotmail.com

RESUMEN

En México la gran mayoría de cuyes destetados son comercializados como mascota al mayoreo en tiendas de animales y acuarios alrededor de 60.00 pesos MN. El objetivo del presente fue cuantificar los parámetros productivos de cuyes del nacimiento al sacrificio. En la granja se cuenta con 100 vientres de raza peruana de diferentes edades con empadre continuo. Las variables a medir en la etapa de parto y lactancia fueron número de crías vivas al nacimiento por parto y peso de las crías al nacimiento, peso al destete (10 días de edad). Se estimó el costo de producción de un cuye al destete, solo con egresos de insumos directos para producción durante dos años. Al sacrificio se midió peso vivo y rendimiento en canal sin ayunas. El número de crías vivas por parto fue de 3.46 ± 1.4 . En cuanto al peso al nacimiento el promedio fue de 86.7 ± 21.6 y el peso al destete fue de 167.9 ± 24.6 . El costo de producción de un cuye al destete fue de \$30.14 pesos MN. Los promedios encontrados para peso vivo, peso en canal y rendimiento en canal para machos fueron 955 ± 106 , 420 ± 54 y 43.98 ± 3 respectivamente. El sistema de producción de cuyes representa una oportunidad de negocio agropecuario familiar para venderlos como mascota y también producir carne para consumo local.

Palabras clave: producción, alimentación, nacimiento, canal.

ABSTRACT

In Mexico the vast majority of weaned guinea pigs are marketed wholesale pet in pet shops and aquariums around 60.00 pesos MN. The aim of this was to quantify the production parameters of guinea pigs from birth to slaughter. On the farm there are 100 bellies breed Peruvian different ages with continuous breeding. The variables measured in childbirth and lactation stage were number of live pups per litter at birth and pup weight at birth, weight at weaning (10 days old). The production cost of a guinea pig at weaning, only to expenses of direct inputs to production for two years was estimated. Slaughter live weight and carcass yield was measured without fasting. The number of live pups per litter was 3.46 ± 1.4 . Regarding the average birth weight was 86.7 ± 21.6 and weaning weight was 167.9 ± 24.6 . The production cost of a guinea pig at weaning was \$ 30.14 pesos MN. Averages found for live weight, carcass weight and dressing percentage for males was 955 ± 106 , 420 ± 54 and 43.98 ± 3 respectively. The guinea pig production system represents a family farming business opportunity to sell them as pet and also produce meat for local consumption.

Keywords: production, food, birth, canal.

INTRODUCCIÓN

El cobayo (*Cavia porcellus*) cuy o cuye, es un mamífero roedor nativo de América del Sur (Perú, Colombia, Bolivia, Ecuador) era criado hace más de 500 años como mascota por distintas tribus aborígenes. Desciende de una especie salvaje (*Cavis cutleri*). En la cultura Paracas en su primer período denominado “cavernas”, se determinó que el hombre en los años 250 a 300 a.c, ya se alimentaba de carne de este roedor (Coronado, 2007).

El cuy es un animal pequeño muy dócil y fácil de manejar, herbívoro, monogástrico, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana de forrajes y granos (Figura 1). En la actualidad aparte de su carne y subproductos tiene múltiples usos ya sea como mascota o animal experimental. Además la piel puede utilizarse en la industria del curtido y la materia fecal mezclada con vegetales y con el orín, forma un excelente abono orgánico (Chauca, 1997; Argote *et al.*, 2007).

Por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, los cuyes pueden encontrarse desde la costa o el llano hasta alturas de 4,500 metros sobre el nivel del mar y en zonas tanto frías como cálidas (Solari, 2010).

El cuye es una especie herbívora por excelencia, su alimentación es sobre todo a base de forraje verde y ante el suministro de diferentes tipos de alimento, muestra siempre su preferencia por el forraje (Zaldívar y Rojas, 1968).

Los cuyes nacen cubiertos de pelo y con los ojos abiertos. A las tres horas son capaces de alimentarse por sí mismos. Sin embargo, es necesario que consuman leche materna ya que es muy nutritiva y proveerá los anticuerpos a las crías para combatir y soportar las enfermedades (Castro, 2002).

La alimentación influye directamente en la producción y rentabilidad de la crianza de cuyes. Dicho de otro modo, el factor alimenticio representa del 70% al 80% del coste de producción; es decir, el éxito o fracaso de la granja en gran medida está dado por este factor (Solari, 2010).

La nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción (Tabla 1) (Chauca, 1997).

Este animal fue llevado a Europa en el siglo XVI, como animal ornamental por los conquistadores (Coronado, 2007). En México la gran mayoría de cuyes destetados son comercializados como mascota al mayoreo en tiendas de animales y acuarios entre 45.00 y 60.00 pesos MN cada uno (Sánchez, 2012; Ramírez, 2012).

La carne de cuy es utilizada en la alimentación como fuente importante de proteína de origen animal; muy superior a otras especies, bajo contenido de grasas: colesterol y triglicéridos, alta presencia de ácidos grasos linoleico y linolenico esenciales para el ser humano que su presencia en otras carnes son

muy bajos o casi inexistentes. Asimismo es una carne de alta digestibilidad (Tabla 2) (Coronado, 2007; Argote *et al.*, 2007; Solari, 2010).

Tabla 1 Requerimientos nutricionales de Cuyes por etapas fisiológicas.

Nutrientes	Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas %	18	18-22	13-20
ED, Kcal/kg	2800	3000	2800
Fibra, %	8-17	8-17	10
Calcio, %	1.4	1.4	0.8- 1.0
Vit C, mg	200	200	200



Figura 1 Cuyes adultos y destetados.

Tabla 2 Composición nutricional de carne de diferentes especies de animales.

Especie	Proteína %	Grasa %	ED (Kcal)
Cuy	20.3	7.8	960
Conejo	20.4	8.0	1590
Cabra	18.7	9.4	1650
Ave	18.2	10.2	1700
Vacuno	18.7	18.2	2440
Porcino	12.4	35.8	3760
Ovino	18.2	19.4	2530
Pollo	18.2	10.2	1700

En el Perú, país con la mayor población y consumo de cuyes, se registra una producción anual de 16,500 toneladas de carne proveniente del beneficio de más de 65 millones de cuyes, producidos por una población más o menos estable de 22 millones de animales criados básicamente con sistemas de producción familiar (Chauca,1997). Hay reportes que en Perú y Ecuador existen granjas donde manejan de cinco y diez mil hembras reproductoras y en cambio Bolivia, Colombia y Cuba, se caracterizan estos por desarrollar programas a nivel familiar (Coronado, 2007).

En los países andinos el rendimiento en canal promedio de cuyes enteros es de 65 % (la canal incluye la piel sin pelo, cabeza, patitas, músculo, hueso, grasa y riñones). El 35 % restante involucra las vísceras (26.5 %), pelos (5.5 %) y sangre (3.0 %). El proceso técnico de sacrificio del cuy, consiste en sujetar al animal de las patas y propinarle un golpe en la nuca para inducirlo al estado de insensibilización, luego se le hace un corte en el cuello provocando un

desangrado y con ello la muerte del animal por anemia. La depilación se efectúa manualmente utilizando agua caliente a 60°C y luego se lava para eviscerarlo. Entre los factores que influyen en el rendimiento del canal se tiene el tipo de alimentación, la edad, el genotipo y la castración (Chauca, 1997; Piarpuzan y Santacruz, 1999; Coronado, 2007).

El objetivo del presente fue cuantificar los indicadores productivos de Cuyes (*Cavia porcellus*) del nacimiento al destete en una granja de Nayarit, México.

MATERIALES Y METODO

En la granja se cuenta con 100 vientres (entre el primer y 4^{to} parto) de raza peruana con empadre continuo *postpartum* en posas de block de jal y piso de cemento; alimentadas al libre acceso con forraje Tanzania con un porcentaje de proteína cruda de 4.64 % (Juárez *et al.*, 2009) cultivado en la granja, desechos de naranja obtenidos de juguerías del mercado vecino y agua; además suplementados con alimento peletizado (con 18 % de proteína cruda y un precio de \$5.30 pesos MN/kg) con 25 g/vientre/día. Las variables a medir en la etapa de parto y lactancia fueron número de crías vivas al nacimiento por parto, peso de las crías al nacimiento, peso al destete (10 días de edad) y el número de crías al destete. Al sacrificio se midió de cuyes machos peso vivo y rendimiento en canal sin ayunas. Se estimó el costo de producción de un cuye al destete, solo con egresos de insumos directos (alimento) para producción durante dos años.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

El número promedio encontrado de crías vivas y destetadas por parto fue de 3.46 ± 1.4 y 2.51 ± 1.29 respectivamente. En trabajos de Chauca (1997) reporta el tamaño de la camada al nacimiento y al destete de 2.95 ± 0.08 y 2.18 ± 0.07 . Apráez-Guerrero *et al.*, (2009) reportaron el número de cría nacidas vivas/parto y el número de crías destetadas/parto y fueron 2.66 ± 0.03 y 2.60 ± 0.04 . En el parto se producen de 1 a 4 crías, siendo de mayor frecuencia los partos de 2 a 4 crías. Excepcionalmente se producen partos de 5 a 6 crías, y cuando esto ocurre 1 o 2 de ellos mueren (Solari, 2010).

En cuanto al peso al nacimiento y el peso al destete promedio fueron de 86.7 ± 21.6 g y 167.9 ± 24.6 g respectivamente. En cambio Chauca (1997) encontró que el peso al nacimiento y peso al destete de 121 ± 2.4 g y 310 ± 6.53 g respectivamente. Por su parte Apráez-Guerrero *et al.*, (2009) reportaron que el peso promedio al nacimiento y al destete fueron 130.28 ± 12.73 g y 259.69 ± 14.46 .

Estos valores concuerdan con los obtenidos en el presente trabajo, ya que a menor número de crías mayor peso y viceversa. El peso de las crías está en relación directa con el tamaño o número de camada. Camadas de 1 a 2 individuos pueden alcanzar hasta 120 g de peso cada uno, mientras que en camadas de 4 a 6 individuos, sus pesos pueden llegar solamente entre 50 a 80 g (Solari, 2010).

Se realizó un estudio de costos durante dos años, con el cual se estimó el costo de producción de un cuye al destete, el cual fue de \$30.14 pesos MN. Mientras que estos animales se venden al mayoreo en acuarios, veterinarias y tiendas de mascotas entre \$45.00 y 60.00 pesos cada uno; por lo tanto, esta actividad

puede ser una oportunidad de negocio agropecuario (Sánchez, 2012; Ramírez, 2012).

Los promedios encontrados para peso vivo, peso en canal y rendimiento en canal para machos de 5 meses sin ayunas fueron 955 ± 106 g, 420 ± 54 g y 43.98 ± 3 % respectivamente. Coronado (2007) reporta el rendimiento promedio en carne de cuyes enteros de 65%. El 35% restante involucra las vísceras (26.5%), pelos (5.5%) y sangre (3.0%). Investigadores reportan un 54 % de rendimiento en canal de cuyes machos sin ayunas, que difiere con lo encontrado en este trabajo; esto porque en Perú la canal incluye la piel sin pelo, cabeza, músculo, hueso, grasa y riñones; mientras que en este trabajo solo se incluye huesos, grasa, riñones y músculos. El efecto del tiempo de ayuno antes del sacrificio influye en el contenido de digesto en el tracto. Este factor no mejora los rendimientos de la canal pero si distorsiona su valor porcentual. Así se reporta que los rendimientos de la canal de cuyes con 24 horas de ayuno es 64.37 % (Chauca, 1997). De igual manera, Apráez-Guerrero et al., (2008) demostraron que someter a los animales a un ayuno de 24 h para determinar el rendimiento de canal, permitió obtener valores entre el 65% y 68% contra el 55% que se obtiene cuando no se someten a ayuno; esto se debe en gran medida al peso del estómago lleno ($17,33 \pm 7,54$) con relación al peso del estómago vacío ($5,63 \pm 1,34$).

En cuyes mejorados y en buenas condiciones de manejo, alimentación y sanidad, se obtienen pesos que van de 0.750 a 0.850 kg entre 9 y 10 semanas de edad. Esta edad y peso son los más recomendables para su comercialización. Los cuyes mejorados alcanzan a los 4 meses de edad, el peso entre 1.2 a 1.5 kg se puede superar estos valores con un mayor grado de mejoramiento genético (Solari, 2010).

El rendimiento en canal encontrado en este trabajo puede aumentar al contar con mejor genética, alimentar los animales con una proporción 30:70 de forraje-concentrado, sacrificarlos en ayunas, con un procedimiento donde se deje la piel y posterior al desangrado, los animales se deben sumergir en agua a una temperatura promedio de 60 °C durante 10 segundos y realizar el pelado de manera manual, después quitar la cabeza, patas y vísceras (Argote et al., 2007).

Para evaluar el efecto del sistema de alimentación en los rendimientos de la canal se sacrificaron cuyes machos de tres meses de edad. Los animales que recibieron una alimentación exclusivamente con forraje lograron rendimientos de la canal de 56.57 %, el peso de sacrificio fue de 624 ± 56.67 g. Estos rendimientos mejoraron a 65.75 % en los cuyes que recibieron una alimentación sobre la base de forraje más concentrado obteniendo un peso al sacrificio de 852.44 ± 122.02 g. La alternativa de alimentar a los cuyes exclusivamente con una ración balanceada mejora los rendimientos de la canal a 70.98 % y un peso de sacrificio de 851.73 ± 84.09 g. (Chauca, 1997).

Es necesario unir fuerzas tanto instituciones educativas, como de investigación y de gobierno para promocionar esta especie como productora de carne, piel, fuente de empleo, entre otros y no solamente como mascota o como animal de laboratorio.

CONCLUSIÓN

El sistema de producción de cuyes representa una oportunidad de negocio agropecuario familiar para venderlos como mascota y también producir carne para consumo local.

LITERATURA CITADA

- Apráez-Guerrero JE, Fernández-Pármio L, Hernández-González A. Evaluación del comportamiento reproductivo de cuyes (*Cavia porcellus*) alojados en jaulas y pozas. Vet Zootec. 2009; 3(1): 25-31.
- Apráez-Guerrero JE, Fernández-Pármio L, Hernández-González A. Efecto del empleo de forrajes y alimentos no convencionales sobre el comportamiento productivo, rendimiento en canal y calidad de la carne de cuyes (*Cavia porcellus*). Vet Zootec. 2008; 2(2): 29-34.
- Argote FE, Velasco R, Paz PC. Estudio de métodos y tiempos para obtención de carne de Cuy (*Cavia porcellus*) empacada a vacío. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2007; 5 (2) :103-111.
- Juárez RAS, Cerrillo SAC, Gutiérrez OE, Romero TEM, Colín NJ, Bernal BH. Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas in vitro. Téc Pecu Méx. 2009; 47(1):55-67.
- Castro HP. Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural. Benson Agriculture and Food Institute Brigham Young University Provo, Utah, USA. 2002. Disponible en:
<http://www.bensoninstitute.org/publication/thesis/sp/cuyecuador.pdf>
- Chauca de ZL. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 1997. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W6562S/W6562S00.htm>
- Coronado SM. Manual técnico para la crianza de cuyes en el Valle del Mantaro. Talleres Gráficos PRESSCOM; Huancayo, Perú. 2007. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/58472339/2/Propiedades-y-Valor-Nutritivo-de-la-Carne-de-Cuy>
- Piarpuzan L, Santacruz B. Estudio de mercado del Cuy en el municipio de Pasto. Tesis de pregrado Zootecnista, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Pasto. 1999.
- Ramírez GR. Venta de Cuyes San Pedro Cholula, Puebla. 2012. Disponible en: www.alamaula.com.mx/puebla/animales/venta-de-cuyos-conejo-rojo-satinado-belier-menudeo-y-mayoreo/416315.
- Sánchez X. Venta al mayoreo de cuyes. Tepic, Nayarit, México. 2012.
- Solari G. Ficha Técnica de Crianza de cuyes. Soluciones Prácticas-ITDG. Lima, Perú. 2010. Disponible en:
<http://www.solucionespracticas.org.pe/fichastecnicas/pdf/Crianza%20de%20cuyes.pdf>
- Zaldívar AM, Rojas S. Tratamientos dietéticos en el crecimiento de dos ecotipos de cuyes (*Cavia porcellus*). Investigaciones Agropecuarias del Perú. 1968; 1(2):7-13.

087 Evaluación nutricional de Kelproidan^{MR} como aditivo alimentario para juveniles del camarón patiblanco (*Litopenaeus vannamei*)

Nutritional evaluation of Kelproidan as feed additive for juvenile whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

Ranferi Gutiérrez Leyva¹, Roberto Civera Cerecedo², María Margarita Casas Valdez³, Ernesto Goytortúa Bores², Sonia Guadalupe Rocha Meza², Dolores Rondero Astorga²

¹Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Carretera a Chapalilla km 3.5, Compostela, Nayarit, C.P. 63700

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, B.C.S., C.P. 23096

³Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Av. Instituto Politécnico Nacional s/n Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, B.C.S., C.P. 23096

granferi@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la inclusión de un extracto líquido de Kelp (Kelproidan^{MR}) como aditivo alimentario (4%) respecto a un tratamiento control en alimentos balanceados con 336 g/kg de proteína y 73 g/kg de lípidos en juveniles de *Litopenaeus vannamei*. Se realizó un bioensayo de crecimiento, de 45 días, y se encontró que el alimento con Kelproidan (K4%) no afecta negativamente el crecimiento, ni la ingesta alimentaria de los camarones. En términos de utilización del alimento, el tratamiento K4% mejoró el factor de conversión alimenticia y la eficiencia proteica. Respecto a la composición proximal del músculo de los camarones, la inclusión de Kelproidan^{MR} provocó un aumento en el contenido de proteína y una disminución en el de lípidos. Se concluye que Kelproidan^{MR} podría usarse como un aditivo alimentario para mejorar la utilización de los nutrimentos y desarrollar alimentos más amigables con el ambiente, previa validación de los resultados en sistemas de producción a nivel comercial de *L. vannamei*.

Palabras clave: camarón patiblanco, aditivo alimentario, Kelproidan.

ABSTRACT

The effect of using a Kelp liquid extract (Kelproidan^{MR}) as feed additive (4%) compared to a control diet in balanced feeds containing 336 g/kg of protein and 73 g/kg lipid for *Litopenaeus vannamei* juveniles was assessed. A 45-d feeding trial was conducted, and it was found that the diet containing Kelproidan (K4%) did not adversely affect growth nor feed intake of shrimp. In terms of feed utilization, K4% treatment improved feed conversion and protein efficiency. With regard to shrimp muscle proximate composition, the use of Kelproidan^{MR} provoked an increase in protein and a decrease in lipid content. It is concluded that Kelproidan^{MR} could be used as a feed additive to improve nutrient utilization and develop more environmentally friendly feeds, following validation of the results in *L. vannamei* commercial production systems.

Keywords: whiteleg shrimp, feed additive, Kelproidan.

INTRODUCCIÓN

En México el cultivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) por niveles de producción durante el año 2012, alcanzó un volumen de 100,321 t peso vivo, de las cuales el 87% se cosechó en tres entidades líderes (Sinaloa, Sonora y Nayarit) de acuerdo con estadísticas de CONAPESCA (2012). En el cultivo del camarón el alimento puede llegar a representar hasta el 60% de los costos totales de producción dependiendo de la especie y el tipo de alimentación, por lo tanto buscar alternativas que reduzcan los costos de producción es una prioridad para el sector camaronícola. Las principales investigaciones con el alga marina *Macrocystis pyrifera* (Kelp) en alimentos para camarones peneidos se han enfocado en evaluar su uso en forma de harina en niveles de inclusión desde 2 g/kg a 20 g/kg, con el propósito de establecer su potencial sobre la ingesta alimenticia y en el crecimiento (Cruz-Suárez *et al.*, 2008). Kelproidan^{MR} es un líquido comercial concentrado de 100% alga Kelp que permite su inclusión directa en el alimento manteniendo las propiedades nutrimentales de proteínas, lípidos, carbohidratos complejos (laminaran, fucoidan y manitol), minerales y vitaminas del alga para un adecuado aprovechamiento.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de Kelproidan^{MR} sobre el crecimiento y en la composición proximal de juveniles de *L. vannamei* bajo condiciones controladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dos alimentos, uno Control y otro con 4% de inclusión de Kelproidan^{MR} (en forma líquida) fueron formulados con el software Mixit-Win (Agricultural Software Consultants, Inc., San Diego, CA, USA) para cubrir un requerimiento de 32% de proteína y 8% de lípidos de acuerdo a los criterios descritos en Civera *et al.* (2010). Los pellets con un diámetro de 2.7 mm se fabricaron con el método descrito por Civera & Guillaume (1989), posteriormente fueron secados a temperatura ambiente (25 ± 1 °C) por 36 h, y se les determinó la estabilidad en agua de mar con el método de Obaldo *et al.* (2002) mediante la estimación de la materia seca retenida MSR (%) = (peso final del alimento seco)/(peso inicial del alimento seco) x 100. El sistema experimental consistió de 6 tanques rectangulares de 60 L (34 x 55 x 38 cm) equipados con sistema drenaje, manguera de aireación, calentador sumergible de 250 W, cubiertos con malla mosquitera plástica e iluminación con focos de 60 W controlados por un timer a un fotoperiodo de 12 h luz:12 h oscuridad (fotofase 06.00-18.00 h). El agua de mar antes de entrar al sistema fue filtrada por un filtro de arena de 70 micras, después por un filtro cartucho de 10 micras acoplado a un esterilizador de luz ultravioleta, y posteriormente bombeada a los acuarios para realizar 80% de recambio diario del agua. La composición proximal de ingredientes, alimentos y tejidos musculares de *L. vannamei* se determinaron de acuerdo a los métodos de la AOAC (1995): para proteína microKjeldahl (%Nitrógeno x 6.25), para extracto etéreo método Soxhlet usando como solvente éter de petróleo, para humedad determinación por diferencia de peso a 70°C por 24 h, para cenizas determinación por diferencia de peso mediante calcinación de muestra a 500 °C por 24 h, para fibra cruda método de hidrólisis sucesiva (ácido/base), y para el extracto libre de nitrógeno determinación por diferencia de peso (%ELN = proteína + extracto etéreo + cenizas + proteína cruda). La energía bruta se cuantificó mediante un calorímetro adiabático.

Se utilizaron 60 camarones de la especie *L. vannamei* (1.05 ± 0.01 g), los cuales fueron trasladados desde la granja Acuacultores de la Península ubicada a 7.8 km de La Paz, BCS, México, y aclimatados en el Laboratorio de Nutrición Experimental del CIBNOR-La Paz (26.7 ± 0.5 °C, salinidad 39 ± 1.5 g/L, O₂ disuelto 7 ± 0.4 mg/L) por 10 días en 2 tanques con capacidad de 800 L con una ración alimenticia diaria correspondiente al 4% de la biomasa por tanque de un alimento comercial Malta-Cleyton para camarón con 400 g/kg de proteína. Los alimentos se evaluaron por triplicado y se suministraron a saciedad aparente dos veces al día (09:00 y 18:30 h) con una ración inicial del 4% misma que se ajustó diariamente de acuerdo al alimento consumido. Durante 45 días (08:00 h) se determinó el alimento residual, la supervivencia y los parámetros de temperatura (27 ± 0.2 °C) con un termómetro de mercurio, de oxígeno disuelto (5.5 ± 0.4 mg/L) con un oxímetro portátil YSI 550A, y de salinidad (39.7 ± 0.15 g/L) con un refractómetro. Semanalmente se midió la concentración de nitritos y amonio total utilizando los métodos para agua marina de Bendschneider & Robinson (1952) y Solórzano (1969), respectivamente. Se realizaron biometrías quincenales y se determinaron los parámetros zootécnicos con las siguientes fórmulas: Supervivencia = $100 \times (\text{número final de camarones} / \text{número inicial de camarones})$. Ganancia de peso = $(P_f - P_i / P_i) \times 100$, donde P_f y P_i representan el peso inicial y final de los camarones. Alimento consumido = $\text{alimento total consumido} / (\text{número de camarones} \times \text{días de experimento})$. Factor de conversión alimenticia = $\text{alimento total consumido} / \text{IPC}$, donde IPC es el incremento de peso corregido con la fórmula descrita por Kitayabashi *et al.* (1971), donde $\text{IPC} = \text{Biomasa final} + 0.5 \times (\text{P}_f \text{ promedio} + \text{P}_i \text{ promedio} \times \text{camarones muertos}) - \text{Biomasa inicial}$. Eficiencia proteica = $\text{IPC} / \text{proteína ingerida}$. La retención de nitrógeno en músculo de los camarones se calculó a partir de la composición proximal muscular de los animales con la fórmula $\text{RN} = (P_f - P_i) \times \% \text{materia seca} \times \% \text{nitrógeno}$, y la retención de energía se determinó como $\text{RE} = (P_f - P_i) \times \% \text{materia seca} \times \text{kJ/g materia seca}$ de acuerdo con Jover (2000). Se verificó la normalidad de los datos con el test de Kolmogorov y la homogeneidad de varianzas con el test *F*-Snedecor. La diferencia entre los tratamientos se determinó mediante la prueba *t* de student (Sokal & Rohlf, 1995). Los cálculos se determinaron con el software Statistica 7.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Kelproidan^{MR} aportó al alimento principalmente carbohidratos (36.2%), proteínas (4.5%) y lípidos (0.1%). Los alimentos fueron similares en su composición proteica, lipídica y energética ($P > 0.05$; Tabla 1), y la inclusión de Kelproidan^{MR} no afectó en la pérdida de materia seca del alimento en la prueba de hidroestabilidad ($P > 0.05$; Tabla 1). Los resultados de la Tabla 2 indican que los camarones alimentados con el tratamiento K4% tuvieron crecimientos similares respecto al control ($P = 0.691$) y la misma tasa de consumo de alimento ($P = 0.287$), sin embargo, en términos de eficiencia de utilización del alimento, este tratamiento mejoró significativamente el factor de conversión alimenticia ($P = 0.043$) y la eficiencia proteica ($P = 0.012$). La retención de nitrógeno y de energía en el músculo de los camarones no se afectó por la inclusión de Kelproidan^{MR}, Su incorporación en el alimento aumentó el contenido de proteína ($P = 0.001$) y disminuyó el de lípidos ($P = 0.049$; Tabla 2) en el músculo. El contenido de energía de *L. vannamei* fue similar para ambos tratamientos ($P = 0.083$) por lo que se sugiere que los alimentos experimentales cubrieron el requerimiento de proteína y energía descrito para juveniles de esta especie en las condiciones evaluadas (Tabla 1).

Tabla 1. Composición en ingredientes, química proximal, de energía e hidroestabilidad de los alimentos.

Ingredientes (g/kg) en base húmeda	Control	K4%
Harina integral de trigo ^A	490.3	440.4
Harina de sardina ^A	230.0	233.0
Pasta de soya ^A	181.7	188.7
Aceite de sardina ^A	40.0	40.0
Lecitina de soya ^B	20.0	20.0
Fosfato dibásico de sodio ^C	12.0	12.0
Premezcla de vitaminas ^D	18.0	18.0
Premezcla de minerales ^E	5.0	5.0
Cloruro de colina (62% agente activo) ^A	2.0	2.0
Vitamina C(35% agente activo) ^F	0.9	0.9
Butilhidroxitolueno ^G	0.04	0.04
Kelproidan líquido ^H	0.0	40.0
Composición proximal en base seca, excepto humedad		
Materia seca (g/kg)	927.0 ± 0.3	924.5 ± 0.2
Proteína cruda (g/kg)	336.4 ± 0.1	335.7 ± 0.6
Extracto etéreo (g/kg)	72.8 ± 1.3	72.8 ± 3.0
Cenizas (g/kg)	73.0 ± 0.3	75.5 ± 0.2
Fibra cruda (g/kg)	17.0 ± 0.4	5.7 ± 0.4
Extracto libre de nitrógeno (g/kg)	501.3 ± 3.3	510.6 ± 3.3
Energía bruta (MJ/kg)	18.6 ± 0.3	17.7 ± 0.03
Relación P/E (g proteína/MJ)	18.1 ± 0.3	19.0 ± 0.3
Hidroestabilidad (%)	86.3 ± 1.9	88.0 ± 1.0

^APromotora Industrial Acuasistemas, S.A., La Paz, B.C.S., México. ^BODONAJI, Distribuidora de Alimentos Naturales y Nutricionales, S.A. de C.V., México, DF. ^CSigma-Aldrich No. S-0876. ^DPremezcla de vitaminas (mg/kg de premezcla): A acetato, 5; D₃, 0.001; E, 8; K₃, 2; B₁, 0.5; B₂, 3; B₆, 1; ácido pantótenico, 5; niacina, 5; biotina, 0.05; inositol, 5; ácido fólico, 0.18; cianocobalamina, 0.002; alfa celulosa, 965.26 (como vehículo). ^EPremezcla mineral (g/kg de premezcla): CoCl₂, 0.04; CuSO₄·5H₂O, 2.5; FeSO₄·7H₂O, 40; MgSO₄·7H₂O, 283.98; MnSO₄·H₂O, 6.5; KI, 0.67; Na₂SeO₃, 0.1; ZnSO₄·7H₂O, 131.93; alfa-celulosa, 534.28 (como vehículo). ^FStay-C, Roche, D.F., México. ^GICN-Valeant Pharmaceuticals No. 101162. ^HProductos del Pacífico, S.A. de C.V., Mexicali, B.C.N., México.

Tabla 2. Parámetros zootécnicos y composición proximal muscular (en base seca¹) de juveniles de *L. vannamei* al final del bioensayo de crecimiento (45 días).

Alimento	PI (g)	PF (g)	AC (mg/camarón/d)	FCA	EP	RN (%)	RE (%)	PC ¹ (%)	EE ¹ (%)	EB ¹ (kJ/g)
Control	1.1 ± 0.02	5.2 ± 0.6	191.9 ± 5.9	2.1 ^a ± 0.22	1.4 ^b ± 0.1	13.0 ± 1.7	16.1 ± 2.1	83.8 ^b ± 0.03	2.6 ^a ± 0.07	16.6 ± 0.3
K4%	1.1 ± 0.01	5.4 ± 0.5	166.0 ± 24.7	1.7 ^b ± 0.06	1.8 ^a ± 0.06	13.7 ± 1.6	17.8 ± 2.1	84.9 ^a ± 0.2	1.5 ^b ± 0.4	17.6 ± 0.3

PI = peso inicial, PF = peso final, AC = Alimento aparentemente consumido, FCA = Factor de conversión alimenticia, EP = eficiencia proteica, RN = retención de nitrógeno, RE = retención de energía, PC = proteína cruda, EE = extracto etéreo, y EB = energía bruta. Letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

La calidad de agua del sistema experimental, determinado por el aporte de amonio total (0.29 ± 0.06 y 0.25 ± 0.17 mg/L) y nitritos (0.21 ± 0.30 y 0.20 ± 0.18 mg/L) de los alimentos Control y K4% respectivamente, fue similar en ambos tratamientos ($P=0.972$), y se mantuvo dentro de los intervalos óptimos para juveniles de *L. vannamei* para condiciones de cultivo a salinidades promedio de 35 g/L (Lin & Chen, 2003). Diversos estudios han investigado los efectos del uso de harinas de Kelp como aditivos alimentarios a bajos niveles de inclusión (4-6%) buscando promover el crecimiento y la digestibilidad de los nutrientes del alimento, citados en Cruz-Suárez *et al.* (2008), concluyéndose en estas investigaciones que la inclusión de Kelp mejora la textura del alimento lo cual permite resultados positivos en la ingestión de alimento, en el crecimiento y en la digestibilidad de los nutrientes. En conclusión, los resultados sugieren que Kelpoidan^{MR} podría promoverse como un aditivo alimentario para mejorar la utilización de los nutrientes y disminuir la descarga de compuestos nitrogenados con alimentos más amigables con el ambiente, previa validación de los resultados con un estudio bioeconómico en sistemas de producción intensivos de *L. vannamei*.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la empresa Productos del Pacífico S.A. de C.V. por aportar el producto Kelpoidan^{MR} para su evaluación. También a Ruth Noemí Águila Ramírez del CICIMAR-IPN, y a Sandra de la Paz Reyes del Laboratorio de Nutrición Experimental del CIBNOR, por su apoyo técnico en el sistema de cultivo.

LITERATURA CITADA

AOAC (Association of Official Analytical Chemist). In: Official methods of analysis of AOAC International. 2 Vols. 16th edn, AOAC, Inc. Arlington, VA, USA. Association of Analytical Communities. 1995.

Bendschneider K, Robinson R. Determination of nitrites. En: Strickland JD, Parsons TR editores. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 167 2nd. edition Ottawa 1952: 77-78.

Civera R, Galicia A, Nolasco H, Goytortúa E, Cruz LE, Ricque D *et al.* Uso del cártamo (*Carthamus tinctorius*) como ingrediente en alimentos para juveniles del camarón *Litopenaeus vannamei*. En: Cruz-Suarez LE, Ricque-Marie D, Tapia-Salazar M., Nieto-López, MG, Villarreal-Cavazos, DA, Gamboa-Delgado J editores, Avances en Nutrición Acuícola X - Memorias del X Simposio Internacional de Nutrición Acuícola, 8-10 de Noviembre, San Nicolás de los Garza, N. L., México. ISBN 978-607-433-546-0. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 2010: 393-466.

Civera-Cerecedo R, Guillaume JC. Effect of sodium phytate on growth and tissue mineralisation of *Penaeus japonicus* and *Penaeus vannamei* juveniles. Aquaculture 1989; (77): 145-156.

CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2012, México. Disponible: http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2012_zip. Consultado 25 abril, 2014.

Cruz-Suárez LE, Tapia-Salazar M, Nieto-López MG, Ricque D. A review of the effects of macroalgae in shrimp feeds and in co-culture. En: Avances en Nutrición Acuícola IX. IX Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. 24-27 Noviembre 2008. Cruz-Suárez LE, Ricque-Marie D, Tapia-Salazar M, Nieto-López MG, Villarreal-Cavazos DA, Lazo J

P, Viana MT editores. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. 2008: 304-333.

Jover CM. Estimación del Crecimiento, Tasa de Alimentación y Producción de Desechos en Piscicultura mediante un Modelo Bioenergético. AquaTIC 2000; (9). Disponible: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=&c=82>. Consultado 30 marzo, 2014.

Kitayabashi KH, Kurata H, Shudo KN, Isikawa S. Studies of formula feed for kuruma prawn I: on the relationship among glucosamine, phosphorus and calcium. Bulletin of Takai Regional Fisheries Research Laboratory 1971; (65): 91-107.

Lin YC, Chen JC. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. Aquaculture 2003; 224 (1): 193-201.

Obaldo LG, Divakaran S, Tacon GA. Method for determining the physical stability of shrimp feeds in water. Aquaculture Research 2002; (33): 369-377.

Sokal RR, Rohlf FJ. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. (Freeman WH and Co.), 3rd edn. New York, USA. 1995.

Solórzano L. Determination of ammonia. In: A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 167. Strickland JD, Parson TR editores, 2nd edn. Ottawa, CA. 1969: 87-90.

CAMBIO CLIMÁTICO

088 PROJECTIONS OF TWO SHRUB FORAGE SPECIE DISTRIBUTION IN MÉXICO UNDER CLIMATE CHANGE SCENARIOS

PROYECCIONES DE DOS ESPECIES FORRAJERAS ARBUSTIVAS Y SU DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Noé Durán Puga¹ (noeduranpuga@yahoo.com.mx), José Lenin Loya Olguin¹ (joselenin28@hotmail.com), José Ariel Ruiz Corral² (arielcajeme@hotmail.com), Diego Raymundo González Eguiarte³ (diegonz@cucba.udg.mx), Juan Diego García Paredes¹ (digapa1@hotmail.com), Sergio Martínez González¹ (segiotepic@hotmail.com) ¹Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela, km 9. Xalisco, Nayarit, México. C.P. 63780. ²Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. INIFAP. Carretera Libre Tepatitlán-Lagos de Moreno, km 8. Tepatitlán, Jalisco, México. C.P. 47600. ³Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Carretera Guadalajara-Nogales, km 15.5.

ABSTRACT

The aim of this study was to estimate the impact of the period 2040-2069 climate change over the areas with environmental aptitude for *Tithonia diversifolia* and *Morus alba*. Bioclimatic and topographic variables were used. Climatic data for the periods 1961-1990 (reference climatology) and 2040-2069 were obtained from the portal WorldClim Earth System Grid and worked as raster images with 2.5 arc minutes resolution in the Maxent Model. Three general circulation models (MCG) were considered: MPIM-ECHAM5, UKMO-HadCM3 and MIROC3.2 (medres), under A2 greenhouse gases scenario. The results showed that climate change impact over *T. diversifolia* environmental aptitude may vary depending on the GCM. According to this, the surface with high and very high environmental aptitude for *T. diversifolia* during 2040-2069, would decrease 40-73% and 0-73%, respectively. In contrast, for *M. alba* all the models showed a promissory situation for 2040-2069, since the surface with high and very high environmental aptitude will increase dramatically showing the high potential for this species to disperse along the Mexican territory.

Keywords: Climate change, tropical and subtropical forage shrubs.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue estimar el impacto del cambio climático para el periodo 2040-2069 en las áreas con aptitud ambiental para *Tithonia diversifolia* y *Morus alba*. Se utilizaron variables bioclimáticas y topográficas. Los datos climáticos para los periodos 1961-1990 (climatología de referencia) y 2040-2069, se obtuvieron del portal de WorldClim Earth System Grid y se trabajaron como imagenes raster a una resolución de 2.5 minutos de arco con el software Maxent. Se consideraron tres modelos de circulación general (MCG): MPIM-ECHAM5, UKMO-HadCM3 y MIROC3.2(medres), bajo el escenario de gases efecto invernadero A2. Los resultados mostraron que el impacto del cambio climático sobre la aptitud ambiental para *T. diversifolia* puede variar dependiendo de los GCM. De acuerdo con esto, la superficie con aptitud ambiental alta y muy alta para *T. diversifolia* durante 2040-2069, disminuiría 40-73% y 0-73%, respectivamente. Por el contrario, Para *M. alba* todos los modelos mostraron una situacion

promisoria para el 2040-2069, ya que la superficie con alta y muy alta aptitud ambiental aumentará, mostrando dramáticamente un alto potencial de la especie para dispersarse a lo largo del territorio mexicano.

Palabras clave: Cambio climático, forraje arbustivo tropical y subtropical.

INTRODUCTION

Mexico is one of the countries with the greatest biologic diversity, for its great physiographic complexity and its intricate geological and climatical history; it is estimated that 12% of the world's total biodiversity is found in Mexico; from this biodiversity 12% of the genera and 50-60% of plant species are endemic, emerging as the fourth nation in terms of specie richness (CONABIO, 2009). With climate change, the diversity of climates may be altered and as well as the composition of ecosystems (Schneider et al., 2009).

Global climate change involves perturbations in temperature, precipitation, cloud cover and all elements of the atmospheric system. For example, worldwide, earth is experiencing a global warming phenomenon. The global temperature has risen by 0.85°C from 1901 to 2011 as a result of the increase in the atmospheric concentration of greenhouse gases (IPCC, 2013). Milly et al. (2005) established, based on climate prediction models, that the saturation vapor pressure has been highly sensitive to temperature change, so that future disruptions are expected in the global water cycle due to global warming; some of these models have predicted a reduction of 10 to 30% of rainwater in South Africa, Southern Europe and part of the United States of America in the next 40 years. On the other hand, William (2008) states that the availability of water will present a marked annual reduction in the Southeastern United States, the Caribbean and diverse parts of Mexico. *Morus alba* is a species that is adapted to the tropics with a high nutritional value for ruminant alimentation by its high protein levels (20 to 24%) and digestibility (75-85 %), as a consequence it is highly consumed by livestock (Jiménez, 2012). *Tithonia diversifolia*, is widely distributed in tropical and subtropical areas of the planet; the center of origin of the genus *Tithonia* is commonly accepted to be Mexico or Central America (Nash, 1976), the same as *M. alba*, that possesses high crude protein (24.3 %), and it is an important alternative in animal nutrition (Pérez et al., 2009). The objective of this study was to estimate the impacts of the 2040-2069 period climate change over the potential distribution areas of *Morus alba* and *Tithonia diversifolia*.

MATERIALS AND METHODS

Databases

Data from 79 sampling sites (*Tithonia diversifolia* 52, and *Morus alba* 27) were considered. The databases were obtained from three sources: a) Inventario Nacional Forestal y Suelos (INFyS) de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), b) <http://www.tropicos.org/> site, and c) Scientific articles.

Ecological Niche Model

The maximum entropy approach (Maxent) was used to model the ecological niche and predict current and future species distribution. For this study the desktop version 3.3.3k (Phillips et al., 2006) was used. Maxent has been widely used to

estimate the potential distribution of the ground groups with high accuracy (Anderson et al., 2002).

Databases and GIS

Monthly, seasonal and annual data of precipitation, maximum temperature, minimum temperature, average temperature and thermal oscillation of the periods 1961-1990 (climatology of reference) and 2040-2069 (future climatology) were used. These climate data were obtained from the data portal Earth System Grid (ESG) of WorldClim and were worked through ascii and raster images, with a resolution of 2.5 arc minutes. For the period 2040-2069 the GCMs: MIROC3.2 (medres), MPIM-ECHAM5 and UKMO_HADCM3 were considered under the A2 emissions scenario (IPCC, 2007). These models have been the most used for Mexico and have shown good fit to the climatic conditions of the country (Conde et al., 2006).

RESULTS AND DISCUSSION

The model operational curve (ROC curve). Regarding model fitting, when considering training data (75%), the area under the curve (AUC) for *T. diversifolia* was 0.978 and 0.916 for *M. alba*. When using test data (25%), validation of the model reported an AUC of 0.967 and 0.881 for *T. diversifolia* and *M. alba*, respectively, indicating that the model ability to depict the species presence was satisfactory (Parolo et al., 2008). From this analysis it was determined that niche models potentiality to describe the distribution of *T. diversifolia* and *M. alba* is high, since with only six and seven environmental variables the models explain 97.9% and 99% of the spatial distribution of these specie (Table 1). From these variables the one that showed higher level of contribution was the accumulated precipitation May-October for *T. diversifolia* and the precipitation of the wettest month (September precipitation) for *M. alba*.

Table 1. Variables with the major contribution to describe the potential distribution of *T. diversifolia* and *M. alba* in Mexico.

Species	Variables	Contribution Percentage*
<i>T. diversifolia</i>	Accumulated precipitation from May to October	82.1
	Average temperature of the warmest month	4.9
	Average temperature of the coldest month	3.8
	Maximum temperature from May to October	2.8
	Maximum temperature of the warmest month	2.7
	Thermal oscillation from November to April	1.6
<i>M. alba</i>	Precipitation of wettest month	84.9
	Precipitation of the driest month	7.1
	Minimum temperature from November to April	2.7
	Minimum temperature from May to October	1.8
	Maximum temperature from November to April	0.9
	Annual thermal oscillation	0.9
	Thermal oscillation from November to April	0.7

Environmental aptitude for *T. diversifolia* and *M. alba*

Being six variables that majorly determine the distribution of *T. diversifolia*, the combination of the levels of these variables during the climatology 2040-2069, and mainly the decrease tendency of the most contributing variable (accumulated precipitation from May to October, Table 2), are assumed to be not beneficial for the growth and development of this species and thus yielding a decrement in the surface corresponding to the areas with high and very high environmental aptitude. This detrimental effect of climate changes over environmental conditions available for the growth of this species; generally bring up heat and drought stress to plants (Gornall et al., 2010). For *M. alba*, the climate change scenario MIROC 3,2 (medres) model establishes that land surface will concentrate majorly in the high environmental aptitude interval. However, The areas with high and very high environmental aptitude will grow very significantly even considering the three models. In the case of very high environmental aptitude areas, these will increase dramatically in terms of percentage (Table 2).

Table 2. Potential areas (high and very high) for *T. diversifolia* and *M. alba* in two climate scenarios in Mexico, as a function of the environmental aptitude.

Environmental Aptitude	Scenario (1961-1990)		Scenario 2040-2069					
			MPIM-ECHAM5		MIROC3.2		UKMO_HadCM3	
	(million hectares)							
	a	b	a	b	a	b	a	b
High	5.1	41.7	3.08	53.02	1.3	47.5	3.01	52.4
Very high	0.907	0.077	.904	12.2	0.241	14.3	0.777	16.07

a) *T. diversifolia*, b) *M.alba*.

According to these statements, climate change predicted for the 2040-2069 period, will have a negative effect for *Tithonia diversifolia*. Even when it can be expected that *T. diversifolia* continue to be present in the Mexican territory by that future period, environmental conditions for its growth and development are not optimal; thus, this situation might be threatening *T. diversifolia* since it could be competing disadvantageously with other specie of the ecosystems where it actually is distributed (Visser, 2008). According to the potential niches modelled, is feasible to deduct that *M. alba* will increase its distribution towards regions in which it has not been reported yet. This is the case of the highlands valleys of the North-Central region. Besides, climate change will not affect the favorable environmental conditions that are present nowadays in the regions with more abundant accessions of this species. As a result of that, areas with high and very high environmental aptitude will continue prevailing in the Southeastern, South Pacific and Gulf regions.

CONCLUSIONS

The climate change predicted for the 2040-2069 period, will have a negative effect for *Tithonia diversifolia*. The surface with the highest environmental aptitude for this species will decrease and only areas with very low environmental aptitude will be abundant. Thus, it can be expected that *T. diversifolia* continue be present in the Mexican territory but not growing and developing under optimal climatically conditions. A decrement in seasonal precipitation for 2040-2069 climatology would

be the principal reason for this adverse future situation for *T. diversifolia*. Differences among GCM models were advertised about this asseveration, being MIROC3.2 (medres) the one that describes the most negative scenario. The geographic areas that would result more affected are the Mid and Southern Pacific Coast, from Jalisco to Chiapas states, where this species could be under a threatening situation. Conversely, climate change projected for 2040-2069 period will be beneficial for the abundant presence and distribution of *Morus alba*, since it will cause the surface increment of areas with high and very high environmental aptitude. The areas most favored with this situation are the Southern Pacific and the Yucatán Peninsula.

REFERENCES

- Anderson RP, Peterson AT, Gómez-Laverde M. Using niche-based GIS modelinh to test geographic predictions of competitive exclusion and competitive release in South American pocket mice. *Oikos* 2002;98(1):3-16.
- CONABIO. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México 2009.
- Conde CR, Ferrer S, Orozco S. Climate change and climate variability impacts on rainfed agricultural activities and possible adaptation measures. A Mexican case study. *Atmósfera* 2006;19(3):181-194.
- Gornall J, Betts R, Burke E, Clark R, Camp J, Willet K, Wiltshire A. Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. *Phil. Trans. R. Soc. B* 2010; 365: 2973-2989.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Working group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers (Thomas FS, Dahe Q, Gian-Kasper P, Melinda M.B.T, Simon KA, Judith B, Alexander N, Yu X, Vincent B, Pauline MM (eds.). Switzerland 2013.
- Jiménez GR. Capacidad productiva de praderas mono-específica, asociada y silvopastoril en un ambiente tropical seco. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México 2012.
- Milly PCD, Dunne KA, Vecchia AV. Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature* 2005;438(17): 347-350.
- Nash D. Flora de Guatemala. *In*: Fieldiana: Field Museum of Natural History. Botany. Vol 24, Part XII 1976; p. 323-325.
- Parolo G, Rossi G, Ferrarini A. Toward improved species niche modelling: *Arnica montana* in the Alps as a case study. *Journal of Applied Ecology* 2008; 45(5):1410-1418.
- Pérez A, Montejo I, Iglesias JM, López O, Martín GJ, García DE, Milián I, Hernández A. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes* 2009;32(1):1-15.
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 2006;190: 231-259.
- Schneider, RR, Hamann A, Farr D, Wang X, Boutin S. Potential effects of climate change on ecosystem distribution in Alberta. *Can J. For* 2009;39:1001-1010.

Visser ME. Keeping up with a warming world; assessing the rate of adaptation to climate change. *Proc. R. Soc. B* 2008; 275:649-659.

William GJ. Causes of observed changes in extremes and projections of future changes. *In: weather and climate extremes in changing climate regions of focus: North America, Hawaii, Caribbean and Pacific Islands, USA. Climate Change Science Program* 2008; 81-116

CLÚSTERS AGROPECUARIOS

089 ANÁLISIS DE PERTINENCIA Y CONGRUENCIA DE LAS AGENDAS DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL SECTOR PECUARIO DE LA REGIÓN PACÍFICO CENTRO DE MÉXICO

RELEVANCE AND MATCHING ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL INNOVATION AGENDAS IN LIVESTOCK OF REGION PACIFIC CENTER OF MEXICO

Alfredo González Sotelo¹, Alejandro Yáñez Muñoz¹, J Vidal Rubio Ceja¹, Jorge Jiménez Ochoa¹, Raúl Martínez López¹, Raymundo Vázquez Gómez², José Antonio Espinoza García³ y Angélica Estrada Magdaleno⁴

¹INIFAP-UTEP-CIRPAC, ²CENID-Microbiología, ³CENID Fisiología, ⁴Colaboradora externa UTEP-INIFAP
Km 35 Carr. Colima-Manzanillo. Tecomán, Colima. CP 28100. E-Mail: sotelo.alfredo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se realizó un análisis de pertinencia y congruencia de las Agendas de Innovación (AI) del subsector pecuario de Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit. El proceso metodológico consistió en: 1) Acopio de los documentos de las AI y consulta de fuentes secundarias, 2) Actualización del marco de referencia pecuario, 3) Integración de demandas y necesidades de investigación o transferencia de tecnología por sistema producto de las AI, 4) Integración, análisis y validación de las matrices de pertinencia y congruencia por un panel de expertos, 5) Generación de gráficos de planos cartesianos P (x, y), de acuerdo al menor o mayor grado de pertinencia (y) o congruencia (x) expresado por el grupo de expertos de diversas instituciones de gobierno, educación, consultores privados y prestadores de servicios pecuarios. El mayor número de demandas plasmadas en las AI de la región Pacífico Centro, se concentran en los sistemas de bovinos y apícola (70%); el 40% de las demandas y un 10% de los objetivos planteados por los sistemas producto, son atendidos con proyectos convocados por las Fundaciones Produce. Se concluye que es necesario implementar acciones por parte de la Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce (COFUPRO) para lograr una mayor pertinencia y congruencia entre las demandas planteadas por los sistemas producto pecuarios y los proyectos convocados.

Palabras Clave: *Agendas, innovación, congruencia, pertinencia*

ABSTRACT

An analysis of relevance and consistency of Innovation Agendas (AI) in the livestock subsector of Colima, Jalisco, Michoacan and Nayarit were performed. The methodology consisted of: 1) Collection of Documents AI and consulting secondary sources, 2) Updating the reference frame of livestock, 3) Integration of demands and needs of research and technology transfer system AI product, 4) Integration, analysis and validation matrices relevance and consistency by an expert panel, 5) Generating Graphs Cartesian planes P (x, y), according to the greater or lesser degree of relevance (y) or consistency (x) expressed by the group of experts from various institutions of government, education, private consultants and providers of livestock services. The highest number of AI demands contained in the Central Pacific region, focusing on systems and beekeeping cattle (70%); 40% of claims and 10% of the goals set by the product systems, are served with projects convened by the Produce Foundations. We conclude that it is necessary to implement actions by the National Coordinator of

Foundations Produce (COFUPRO) for greater relevance and congruence between the demands for livestock products and systems projects summoned.

Keywords: *Agendas, innovation, consistency, relevance*

INTRODUCCIÓN

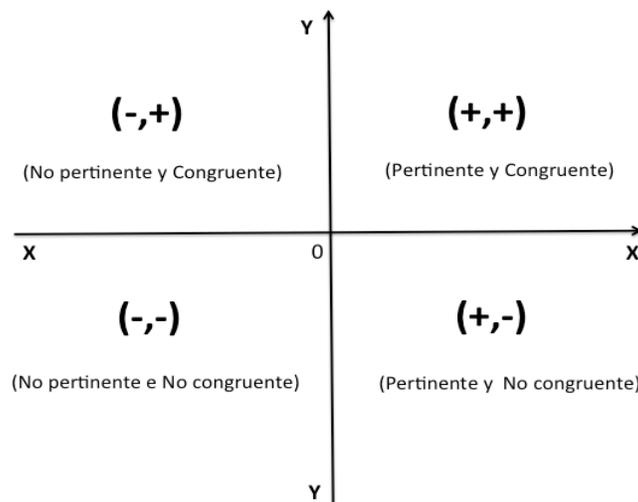
El programa de desarrollo de capacidades, innovación tecnológica y extensionismo rural, es parte del programa sectorial de la SAGARPA (2007) y su objetivo se orienta a fortalecer las capacidades técnicas y administrativas de las unidades económicas agropecuarias, pesqueras y acuícolas para que mejoren sus procesos productivos y organizativos a través del otorgamiento de apoyos en servicios de asistencia técnica, capacitación y extensionismo. Esto, a través de proyectos de investigación y transferencia de tecnología para fomentar el desarrollo gerencial de las organizaciones sociales y de los comités sistema producto; en particular al componente de innovación y transferencia de tecnología. Las reglas de operación de la SAGARPA (DOF, 2009) en este componente, establecen como criterio y requisito para otorgar apoyos fiscales, que los proyectos de investigación, validación y/o transferencia de tecnología estén debidamente alineados con las AI y a la correspondiente demanda y prioridad de los sistemas producto agrícolas, pecuarios, acuícolas y forestal de las entidades. Un factor que se considera importante para mejorar las expectativas de desempeño del subsector pecuario del país, es la tecnología; no obstante, según información disponible en el INIFAP solo alrededor del 5% de las Unidades de Producción Pecuaria (UPP), presentan niveles altos de uso de tecnología (González, Yáñez y Silva, 2012), ello a pesar de que para muchos de los problemas de producción y productividad de las UPP, ya existe el conocimiento y la tecnología necesaria. Por tal motivo, resulta prioritario realizar el análisis de congruencia y pertinencia de la AI del subsector pecuario de los estados de Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit, con la finalidad de reorientar la ejecución de los proyectos apoyados por las fundaciones produce, con las demandas y así lograr un mayor impacto en los procesos de los sistemas producto pecuarios de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada, fue diseñada por la unidad técnica especializada pecuaria (UTEP), pertenecientes al instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias (INIFAP). La instrumentación del proceso metodológico en cada uno de los estados consistió en: 1) Acopio de documentos de las AI (FPC, 2010; FPN, 2010; FPJ, 2011; COFUPRO, 2011) y consulta de fuentes secundarias en sus versiones mas recientes (planes rectores de sistemas producto y programas estatales pecuarios), 2) Actualización del marco de referencia pecuario, 3) Integración de demandas y necesidades de investigación o transferencia de tecnología por sistema producto de las AI, 4) Integración, análisis y validación de las matrices de pertinencia y congruencia por un panel de expertos (Muñoz, 1994), 5) Generación de gráficos de planos cartesianos [I (++) , II (+-), III (-+) y IV (--)], calificando de -5 a +5 (Gráfica 1), de acuerdo al menor o mayor grado de pertinencia o congruencia P (x, y), expresado por un grupo de expertos, de diversas instituciones de gobierno (SAGARPA, INIFAP, CGG e INCA Rural), de educación (Universidad de Colima, Universidad Autónoma de Nayarit e Instituto Tecnológico Agropecuario de Morelia), consultores privados y prestadores de servicios

pecuarios. Partiendo de las definiciones de pertinencia: Que atienda con oportunidad las demandas detectadas por los sistemas producto pecuarios prioritarios del estado. Y congruencia: Que los proyectos planteados estén alineados a un mismo objetivo, propósito o fin, de los sistemas producto pecuarios de la entidad.

Gráfica 1.- Análisis Conjunto de Congruencia y Pertinencia en planos cartesianos



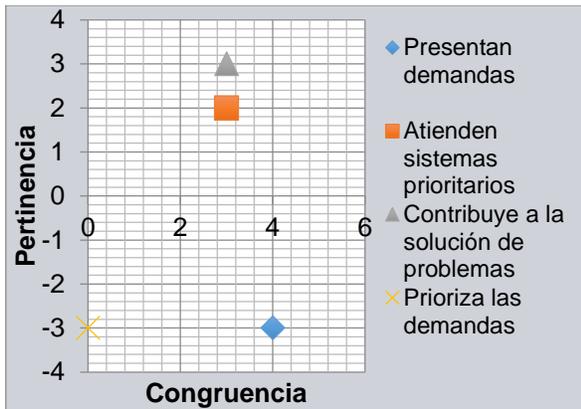
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las demandas de investigación y/o transferencia de tecnología de los sistemas producto pecuarios prioritarios de Colima (SPPP), plasmadas en el documento de la AI (FPC, 2010), no son atendidas con oportunidad, es decir no son pertinentes; pero si son congruentes porque están alineadas a los objetivos y propósitos de los SPPP (Gráfica 2). De igual forma, se observa que el documento, plasma en forma pertinente y congruente la atención a los SPPP, también contribuyen en forma pertinente y congruente a la solución de los problemas planteados.

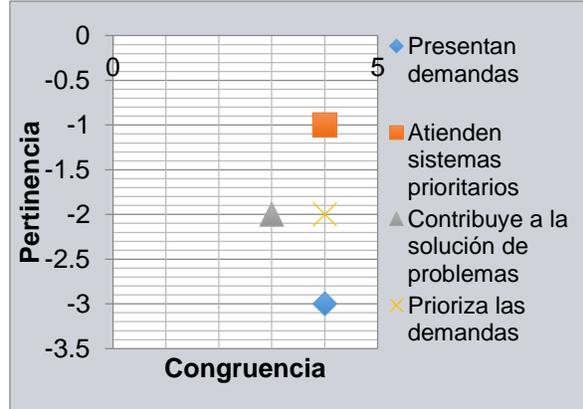
En el mismo grafico, se observa que no existe pertinencia y congruencia en la priorización de las demandas; lo cual implica que no atiende con oportunidad las demandas detectadas por los SPPP y que los proyectos planteados no están alineados los objetivos y propósitos de estos sistemas. En la gráfica 3, se observa que en ninguna de las variables evaluadas en la AI de Jalisco (FPJ, 2011) hubo pertinencia pero si congruencia, lo cual indica en primer término, que no son atendidos los SPPP de la entidad, que las demandas tampoco son atendidas con oportunidad, que no contribuyen en gran medida a la solución de los problemas y que no se priorizan las demandas de los SPPP. De acuerdo al gráfico, los proyectos planteados en la AI de Jalisco, están

alineados a un mismo objetivo, propósito, ya que presentan las demandas, atienden a los SPPP, contribuyen a la solución de los problemas y priorizan en forma congruente las demandas de los SPPP de la entidad.

Gráfica 2.- Análisis Conjunto de Congruencia y Pertinencia de la AI de Colima



Gráfica 3.- Análisis Conjunto de Congruencia y Pertinencia de la AI de Jalisco



En la gráfica 4, se observa congruencia y pertinencia para las variables de atención a los SPPP, contribución a la solución de los problemas y priorización de las demandas en la AI de Michoacán (COFUPRO; 2011); es decir, se atienden con oportunidad las demandas, y los proyectos planteados para la solución de los problemas, están debidamente alineados a los objetivos de los SPPP.

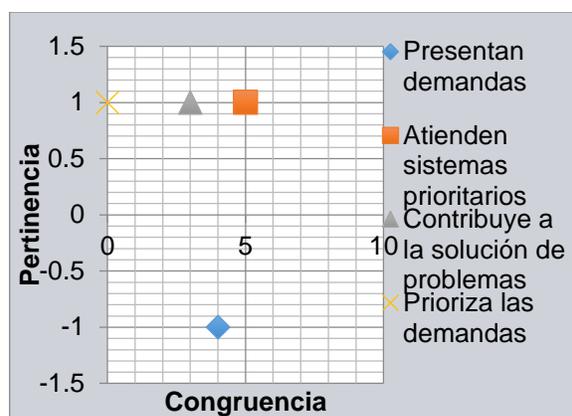
Sin embargo, con relación al planteamiento de las demandas, solo se tiene congruencia, pero no pertinencia, lo que indica que estas demandas son atendidas con oportunidad, pero que no están alineadas a los objetivos o propósitos de los SPPP de la entidad.

En la gráfica 5, se observa el comportamiento de las variables medidas en la AI de Nayarit (FPN, 2010), similar a lo encontrado en la AI de Michoacán. Se tuvo congruencia y pertinencia para las variables de atención a los SPPP, contribución a la solución de los problemas y priorización de las demandas en la AI; es decir, se atienden con oportunidad las demandas, y los proyectos planteados para la solución de los problemas, están debidamente alineados a los objetivos de los SPPP. Sin embargo, con relación al planteamiento de las demandas, solo se tiene congruencia, pero no pertinencia, lo que indica que estas demandas son atendidas con oportunidad, pero que no están alineadas a los objetivos o propósitos de los SPPP de la entidad.

Gráfica 4.- Análisis Conjunto de Congruencia y Pertinencia de la AI de Michoacán



Gráfica 5.- Análisis Conjunto de Congruencia y Pertinencia de la AI de Nayarit



CONCLUSIONES

De acuerdo al resultado del análisis, se concluye que las AI de Colima, Michoacán y Nayarit, presentaron cierta similitud en congruencia y pertinencia. Para la AI de Jalisco, fueron congruentes pero no pertinentes. En las cuatro AI de las entidades de la región Pacífico Centro de México, no hubo pertinencia para la presentación de las demandas de los SPPP.

LITERATURA CITADA

1. FPC (Fundación Produce de Colima, A.C.). 2010. Agenda de Innovación Tecnológica Agropecuaria, Acuicola y Forestal del estado de Colima (2011–2015). SAGARPA-Gob. Edo. Col. pp. 200.
2. González SA, Yáñez MA, Silva LM. 2012. La ganadería de Colima. Documento de trabajo. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Tecomán, Colima.
3. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2007. Programa sectorial de desarrollo agropecuario y pesquero. pp. 95.
4. COFUPRO (Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce, A.C.). 2011. Agenda de Innovación estatal 2011. Unidad operativa Michoacán. SAGARPA-Gob. Edo. Mich. pp. 199.
5. FPN (Fundación Produce Nayarit, A.C.). 2010. Agenda de innovaciónn estatal 2010-2015. SAGARPA-Gob. Edo. Nay. pp. 124.
6. FPJ (Fundación Produce Jalisco). 2011. Agenda de innovación tecnológica 2011-2012. SAGARPA-Gob. Edo. Jal. pp-117.
7. DOF (Diario Oficial de la Federación), 2009. Acuerdo para que se den a conocer las reglas de operación de los programas de la SAGARPA. Sexta Sección. Diciembre, 2009. pp. 199.
8. Muñoz A L G. 1994. Servicio publicaciones UCM. *Revista general de información y documentación*. Vol. 5. nº 1: 71-82. Madrid, España.

090 IDENTIFICACIÓN DE MODULOS DEMOSTRATIVOS PECUARIOS EN LA REGIÓN OCCIDENTE DE MEXICO

IDENTIFICATION OF LIVESTOCK DEMONSTRATIVE MODULES IN THE REGION OF WESTERN MEXICO

Alejandro Yáñez Muñoz¹., Alfredo González Sotelo ¹., J. Vidal Rubio Ceja¹., Raúl Martínez Lopez¹., Jorge Jiménez Ochoa¹., Justo Rivera Maldonado², Angélica Estrada Magdaleno³ y Raymundo Vázquez Gómez⁴.

¹INIFAP-CIRPAC. ²C.E. Edzna-INIFAP, ³Colaboradora externa UTEP y ⁴CENID–Microbiología-INIFAP
yanez.alejandro@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del estudio fue identificar posibles Módulos Demostrativos Pecuarios (MDP), en las Unidades de Producción Pecuaria (UPP) de productores cooperantes en los estados de Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit, para promover la incorporación de tecnología adecuada, en forma progresiva, para mejorar la productividad y rentabilidad de manera sustentable. El proceso metodológico consistió en la actualización del marco de referencia estatal para identificar especies producto prioritarias y las regiones donde se ubican, el diseño y levantamiento de encuestas en campo, el tamaño de muestra se definió por la fórmula $n = N/Nd^2 + 1$. La información obtenida fue sistematizada y procesada en el programa de cómputo **Visone** para generar gráficos de redes, donde los productores entrevistados referenciaban a productores con fundamento en el reconocimiento y confianza en el uso de tecnología como candidatos para establecer un MDP en sus UPP. Se identificaron 17 MDP (Colima 2, Jalisco 8, Michoacán 4 y Nayarit 3, de los cuales 8 son del sistema producto bovinos carne (SPBC), 3 del sistema producto bovinos leche (SPBL), 3 del sistema producto ovino (SPO) y 3 del sistema producto caprino (SPC).

Palabra clave: Módulo, Demostrativo, Pecuario, Occidente, México.

ABSTRACT

The objective of study was the identification of possible Livestock Demonstration Modules (MDP), on Livestock Production Units (UPP) of producer cooperating in the states of Colima, Jalisco, Michoacán and Nayarit, promoting the incorporation of appropriate technology, progressively, to improve productivity and profitability sustainably. The methodology consisted of updating the state reference framework to identify priority species and product regions where they are located, the survey design and field surveys, the sample size by the formula $n = N/Nd^2 + 1$. The information obtained was systematized and processed in the computer program to generate graphs Visone network, where producer sinter viewed referenced producer son the basis of the recognition and confidence in the use of technology as an MDP candidates to establish their UPP. 17 MDP were identified; Colima 2, Jalisco 8, Michoacán 4, and Nayarit 3 and of which 8 are the product system bovine meat (SPBC), 3 product system bovine milk (SPBL), 3 product system sheep (SPO) and 3 product system goats (SPC)

Keywords: Modules, Demonstration, Livestock, West Mexico.

INTRODUCCIÓN

La “Estrategia de Soporte Técnico, Capacitación, Supervisión, Evaluación y Acreditación de Prestadores de Servicios Profesionales Pecuarios (PSPP)” diseñada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), a través de la Unidad Técnica Especializada Pecuaria (UTEP) considera un proceso de planeación, seguimiento y evaluación permanente. Establece que los PSPP trabajen con los productores aplicando el Modelo GGAVATT, el cuál considera que se establezcan Módulos de Validación y Transferencia de Tecnología en cada grupo (UTEP, 2012a). La UTEP elaboró los lineamientos para establecer “Módulos Demostrativos Pecuarios” (MDP) en Unidades de Producción Pecuaria (UPP) de ganaderos, asociados o no al componente de “Desarrollo de Capacidades y Extensionismo Rural”, para que funjan como foco de atención, donde confluyan productores de distintos estratos, y en forma directa perciban los procesos productivos, y la ventaja de su aplicación, para que, a través del tiempo, ellos las implementen en sus propias UPP, adoptando conocimientos y tecnologías de procesos productivos que darán lugar a mejorar la productividad y rentabilidad de sus UPP de manera sustentable. (UTEP, 2012b).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en los estados de Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit, con el objetivo de identificar UPP que puedan fungir como MDP. Para la identificación y selección de las UPP, primeramente se integró un grupo de trabajo por especie producto, conformado por cinco especialistas cada uno y coordinado por el responsable estatal de la UTEP. Para identificar las especies producto de importancia en el estado, se realizó una revisión de información y documentos oficiales tales como el marco de referencia pecuario del estado, estadísticas agropecuarias (INEGI, 2007), planes estatales de desarrollo (PEDM, 2008), planes rectores de los sistemas producto (CNSPBC, 2011; CESPOM, 2011) agendas de Innovación de las Fundaciones Produce (COFUPRO, 2011; FPC, 2010; FUNPROJAL, 2011; FPN, 2011) y otros, donde se tomaron en cuenta cuatro variables: número de productores dedicados a la actividad, inventario de semovientes, volumen de la producción, y valor de la producción (INEGI, 2007; González, 2012; SAGARPA, 2007). Para identificar las regiones representativas y prioritarias por sistema producto en cada-estado, además de considerar las cuatro variables citadas, se definieron por región agroecológica/DDR, identificando las AGL que se ubican en los distintos DDR/regiones agroecológicas del estado (SAGARPA, 2007; IITEJ, 2011; INEGI, 2007). A partir de la información obtenida, se procedió a definir el tamaño de la muestra de los productores a entrevistar y número de cédulas a aplicar en el estado, en base a la siguiente fórmula: $n = \frac{N}{Nd^2+1}$ (donde: n = tamaño de muestra, N = total de productores de una especie producto en el estado y d^2 = probabilidad del 0.10^2 ($0.10 \times 0.10 = 0.01$) (UTEP, 2012b). La cédula se aplicó al azar entre los productores en reuniones de ganaderos en AGL, en las reuniones de los GGAVATT's, en visitas a las AGL, en visita a las UPP, en entrevistas directas con cada ganadero seleccionado como parte de la muestra. La cédula contenía el nombre del productor, la especie producto que maneja, los generales del propietario, ubicación, etc. y cuatro

preguntas, dos de criterio de selección, y dos de cumplimiento de los criterios definidos. Para la sistematización y procesamiento de datos de las cédulas, se registraron en una base de datos prediseñada, los datos se codificaron en una hoja de Excel y una vez formados los códigos se construyó un cuadro de doble entrada donde en el eje de las “Y” se ordenaron a los entrevistados y en el eje de las “X” las personas referidas, y la relación entre actores se marca con “1” si existe relación y “0” si no lo hay. Una vez concluida la captura de información, las bases de datos se guardaron en el formato CSV, las bases de datos se procesaron empleando el programa “**Visone 2.6.3**” (Visone, 2011), para generar los gráficos de redes correspondientes a la especie producto. El programa permite visualizar las gráficas en dos formas; radial y coordenadas paralelas, en este caso se trabajó con graficas radiales (Figuras 1). Para la interpretación de las gráficas se establecieron colores y figuras geométricas a cada uno de los actores (Figura 2) y Línea continua para los Vínculos de Reconocimiento: Actores con terminación PR y IR y Línea punteada para los Vínculos de Confianza: Actores con terminación PC y IC (UTEP, 2012b). Una vez generados las gráficas, se analizaron e interpretaron por separado para poder identificar a los propietarios de UPP prospectos a MDP, considerando los criterios definidos.

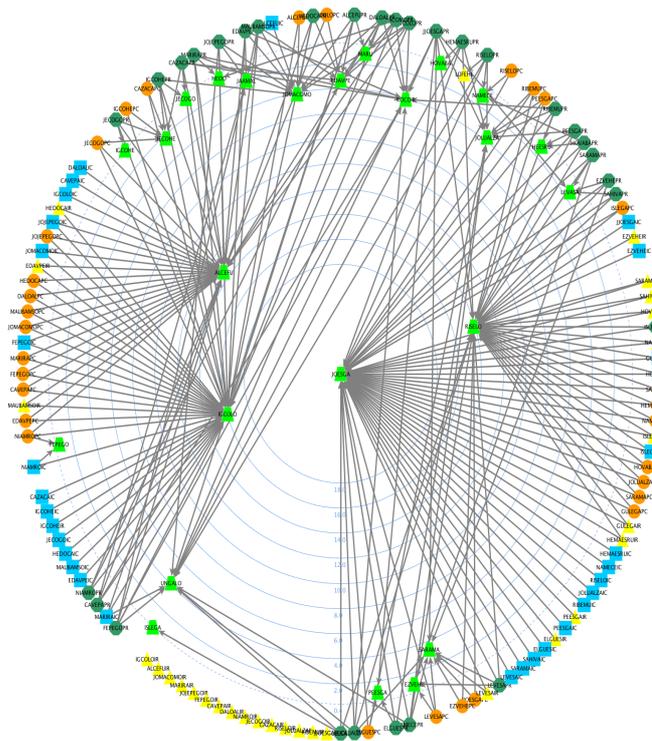


Figura 1. Ejemplo: Identificación de MDP del Sistema Producto Caprinos en Michoacán.

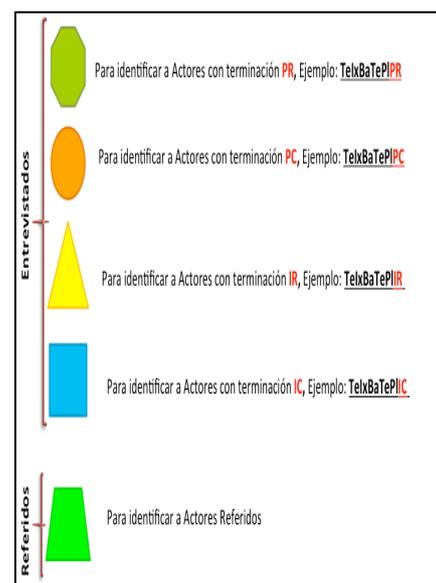


Figura 2. Colores y figuras geométricas establecidas para cada uno de a los actores.

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a la formula aplicada para determinar el tamaño de muestra, los productores encuestados por estado fueron: Colima 96; Jalisco 236; Michoacán 178 y Nayarit 101, haciendo un total de 611. El grupo de trabajo consenso y selecciono a los productores con mayor grado de Centralidad (los más mencionados en los dos ámbitos y para los dos criterios), emitiendo un dictamen sobre: Sistema producto, número y ubicación de MDP's (Cuadro 1). En Colima, se identificaron y seleccionaron dos **MDP** del sistema producto bovinos carne (**SPBC**) en los municipios de Manzanillo y Cuauhtémoc, región costa y norte del estado (Yáñez, 2013). En Jalisco se identificaron ocho MDP, de los cuales: dos corresponden al SPBC en los municipios de Tepatitlán y Tamazula, región altos y sur; dos más del sistema producto bovinos leche (**SPBL**) en los municipios de Tepatitlán y Valle de Juárez, región altos y zona serrana; para el sistema producto ovinos (**SPO**) igualmente se identificaron dos MDP en los municipios de Ixtlahuacán y Atotonilco región altos; En tanto que para el sistema producto caprinos (**SPC**) se ubican dos MDP, en los municipios de Zapotlanejo y Jamay, región centro y Ciénega del estado (Martínez, 2013). Para Michoacán son cuatro los MDP, uno en el SPBC en el municipio de Coalcomán zona serrana; otro para el SPBL en el municipio de Álvaro Obregón, al norte, colindando con Guanajuato; el tercero fue para el SPO en Epitacio Huerta, al norte en los límites con Querétaro y el último, del SPC en el municipio de Zamora al noreste del estado (Michoacán). En el Estado de Nayarit fueron tres MDP identificados, el 100% para el SPBC en los municipios de Acaponeta en la región norte, Ahuacatlán y Compostela en la región sur del estado (Rubio, 2013). De los 17 MDP identificados en la región, el 47% corresponden al SPBC y el 53% restante a los SPBL, SPO y SPC, en porcentajes iguales. Que en el estado de Jalisco se ubica el 47% de los MDP de la región, seguido de Michoacán, Nayarit y Colima con 23.5, 17.6 y 11.7%, respectivamente.

Cuadro 1.- Número de MDP por Sistema Producto, Estado y Municipio.

Sistema Producto	Estado								Total
	Colima		Jalisco		Michoacán		Nayarit		
	Municipio	MDP	Municipio	MDP	Municipio	MDP	Municipio	MDP	
Bovinos Carne	Cuauhtémoc	1	Tepatitlán	1	Coalcomán	1	Acaponeta	1	8
	Manzanillo	1	Tamazula	1			Ahuacatlán	1	
							Compostela	1	
Bovinos Leche			Tepatitlán	1	Álvaro Obregón	1			3
			Valle de Juárez	1					
Ovinos			Ixtlahuacán	1	Epitacio Huerta	1			3
			Atotonilco	1					
Caprinos			Zapotlanejo	1	Zamora	1			3
			Jamay	1					
Total	2		8		4		3		17

CONCLUSIONES

Se concluye que el análisis de redes, con apoyo del programa Visone, es una herramienta de gran impacto para referenciar productores y unidades de producción de alto nivel tecnológico en los diferentes sistemas - producto pecuarios del país.

LITERATURA CITADA

- COFUPRO. 2011. (Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce, A.C.). 2011. Agenda de Innovación estatal 2011. Unidad operativa Michoacán. SAGARPA-Gob. Edo. Mich. pp. 199.
- CNSPBC, 2011. Comité nacional del sistema producto bovinos carne. Infraestructura de los eslabones de la cadena productiva bovinos carne en Michoacán.
- CESPOM, 2011. Comité estatal del sistema producto ovino en el estado de Michoacán. Documento interno.
- FUNCOL, 2010. (Fundación Produce de Colima, A.C). 2010. Agenda de Innovación Tecnológica Agropecuaria, Acuícola y Forestal del estado de Colima (2011–2015). SAGARPA-Gob. Edo. Col. pp. 200.
- FUPROJAL, 2011. (Fundación Produce Jalisco). Agenda de innovación tecnológica, Jalisco 2011 – 2012.
- FPN, 2011. (Fundación Produce Nayarit A.C.). Agenda de innovación tecnológica, 2011.
- González Sotelo Alfredo., Yáñez Muñoz Alejandro., Silva Luna Manuel. 2012. La ganadería de Colima. 2012. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Tecomán, Tecomán, Colima.
- IITEJ. 2011. Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco.
- INEGI, 2007. Dirección general de estadísticas económicas. Estados unidos mexicanos. VIII Censo agrícola ganadero y forestal, 2007.
- Jiménez, OJ. 2013. Identificación de Módulos Demostrativos Pecuarios en el estado de Michoacán. SAGARPA-INIFAP-UTEP. Febrero de 2013
- Martínez, LR. 2013. Identificación de Módulos Demostrativos Pecuarios en el estado de Jalisco. SAGARPA-INIFAP-UTEP. Mayo de 2013.
- PED, 2008. Plan estatal de desarrollo 2008-2012. Gobierno del estado de Michoacán 2008.
- Rubio, CJV. 2013. Identificación de Módulos Demostrativos Pecuarios en el estado de Nayarit. SAGARPA-INIFAP-UTEP. Marzo de 2013
- SAGARPA, 2007. Programa Nacional Pecuario 2007-2012.
- UTEP, 2012a. Estrategia de Soporte Técnico, Capacitación, Supervisión, Evaluación y Acreditación de Prestadores de Servicios Profesionales Pecuarios (PSPP). SAGARPA-INIFAP-UTEP. Febrero de 2012
- UTEP, 2012b. Lineamientos y metodología para la identificación y establecimiento, operación y evaluación de módulos demostrativos pecuarios. SAGARPA-INIFAP-UTEP. Septiembre de 2012.
- www.visone.info/html/. 2011
- Yáñez. MA. 2013. Identificación de Módulos Demostrativos Pecuarios en el estado de Colima. SAGARPA-INIFAP-UTEP. Marzo de 2013.



V CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES
I CONGRESO EN CIENCIAS VETERINARIAS Y ZOOTÉCNICAS
"AMADO NERVO"
I REUNÓN RED LATINA DE CIENCIA ANIMAL

ECOSISTEMAS Y BIODIVERSIDAD

**091 PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA CONSERVAR EL JAGUAR
(*Panthera onca*) EN LA SIERRA DE VALLEJO EN NAYARIT, MÉXICO.**

**ENVIRONMENTAL EDUCATION PROGRAM TO KEEP JAGUAR (*Panthera onca*) IN
SIERRA DE VALLEJO IN NAYARIT, MEXICO.**

Carlos Alejandro González Morteo, Sandra Luz Romero Mariscal, Luz Arminda
Quiñonez Zarate y José Ramón Olivo Estrada
Docentes investigadores de la Universidad de la Universidad Autónoma de Nayarit.
calebmorteo@gmail.com

RESUMEN

Es importante conservar al Jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de Biosfera de Sierra de Vallejo como especie indicadora del equilibrio en el ecosistema, porque su presencia en el hábitat, indica la existencia de otras especies con las que se alimenta. Por ello se aplicó un programa de educación ambiental producto de la investigación cualitativa con enfoque participativo donde se involucró a la comunidad en la resolución de problemas ambientales, para la consecución de una sociedad sustentable. Se fortaleció la actitud positiva en los niños y adolescentes, hacia la conservación del Jaguar en el ejido Úrsulo Galván, Municipio de Compostela Nayarit, México. A través de los temas: Mi Contexto, Conservación de los Ecosistemas, Biodiversidad, el Jaguar y el Medio Ambiente.

Palabras clave: Programa de Educación ambiental, Desarrollo Sustentable, Medio Ambiente, Actitud Positiva, Jaguar.

ABSTRACT

Is important the conservation of the Jaguar, on Biosphere reserve of "Sierra de Vallejo", as a balance sample in the ecosystem, because their presence in the habitat indicates the existence of other species with which it feeds. Therefore we applied an environmental education program product of qualitative research with participatory approach which involved the community in solving environmental problems, to achieve a sustainable society. Positive attitude was strengthened in children and adolescents, to jaguar conservation in the ejido Ursulo Galvan, Municipality of Compostela Nayarit, Mexico. Through topics: My Context, Conservation of Ecosystems, Biodiversity, the Jaguar and the Environment.

Keywords: Environmental Education Program, Sustainable Development, Environment, Positive Attitude, Jaguar.

INTRODUCCION

Los seres humanos para apropiarse de los recursos proporcionados por la naturaleza, han modificado los ecosistemas naturales y provocado deterioro ambiental prácticamente desde su aparición. Con la intención de contribuir y hacer realidad el desarrollo sustentable en el país, está fundamentado en el Decenio de las Naciones Unidas, por la Educación la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Secretaría de Educación Pública (SEP), y suscrito un compromiso sobre "La Década por una educación para la sustentabilidad", a partir de marzo de

2005. En la Reserva Natural de Sierra de Vallejo, se considera al Jaguar como especie en peligro de extinción, debido a la cacería furtiva y fragmentación de su hábitat.

Es importante trabajar en programas de conservación del Jaguar debido a que ha sido considerado “especie eje” porque su protección cubre también a varias especies de su mismo hábitat; manteniendo así el equilibrio ecológico (Chávez, 2006; Miller, 2002; SEMARNAT, 2006). En el 2005 SEMARNAT declaró “Año del Jaguar” *Conservemos nuestras especies y su hábitat*, a través del Plan Nacional de Conservación del Jaguar, como estrategia para la preservación de éste felino.

El estudio previo justificativo para el establecimiento de la Reserva de Biosfera “Sierra de Vallejo” se publicó en mayo del 2005, con el propósito del ordenamiento de las actividades productivas a realizar en el Área Natural Protegida para establecer una óptima relación entre las actividades humanas y el ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en el Ejido Úrsulo Galván, Municipio de Compostela, Nayarit; México, con la finalidad de llevar a cabo un Programa de Educación Ambiental en la Sierra de Vallejo, para fortalecer la actitud positiva hacia la conservación del Jaguar (*Panthera onca*), en los niños y adolescentes.

La perspectiva metodológica se sustentó en la investigación cualitativa con enfoque participativo por ser una actividad sistemática, orientada a la comprensión en profundidad de fenómenos educativos y sociales (Sandín, 2003); además se recuperó información y datos de diversas fuentes documentales especializadas.

Se realizó el diagnóstico que comprende la dimensión social y económica de la comunidad, integrando la percepción de los individuos por medio de observación participante, desde febrero del 2008 hasta junio del 2009.

Se registraron las observaciones, entrevistas y la opinión de los pobladores en el diario de campo. Se efectuó el diagnóstico de la problemática ambiental, por medio de entrevistas con jóvenes y adultos de la comunidad, con los resultados obtenidos se diseñaron, la encuesta de actitudes y el cuestionario sobre la conservación de los recursos naturales.

Con la encuesta se pretendió conocer las actitudes favorables o no favorables para lo cual el instrumento contenía la escala Likert, para evaluar actitudes sobre la conservación de los recursos naturales y el Jaguar de la Sierra de Vallejo.

De acuerdo con Berkowitz (1972) una actitud es una evaluación favorable o desfavorable hacia un objeto o situación e implica sentimientos evaluativos e indican qué tanto agrada o desagrada algo a un individuo. Summers (1982) define el término actitud como la “suma total de inclinaciones, sentimientos, prejuicios, distorsiones, nociones preconcebidas, ideas, temores, amenazas y convicciones de un individuo acerca de cualquier asunto específico”.

El estudio se agrupó en cuatro categorías: Área Natural protegida, Conservación, Jaguar y Participación en programas de educación ambiental.

RESULTADOS

Se respondió la encuesta diseñada, por alumnos de 5° y 6° años de la primaria “Hermanos Flores Magón” y estudiantes de los tres grados de la telesecundaria “Gabino Barrera” en el ciclo escolar 2007-2008, en la población de Úrsulo Galván para conocer las actitudes favorables o desfavorables de los participantes hacia la conservación de los recursos naturales.

Resultados de la encuesta de actitudes

1. *Categoría Área Natural Protegida*, existe un acuerdo fundamental (96%) acerca de la importancia de preservar el área natural protegida.

2. *Categoría Conservación*, en este caso 79% de los encuestados consideran importante este aspecto.

3. *Categoría Jaguar*, el 83% presentaron una actitud muy favorable a la conservación del Jaguar como parte importante en la cadena alimenticia y estuvieron muy de acuerdo que el Jaguar viva en la Sierra de Vallejo. Se manifestaron muy en desacuerdo que el Jaguar esté en peligro de desaparecer.

4. *Categoría participación en programas de educación ambiental*, 94% asegura que es importante recibir estos conocimientos.

Se describen cada uno de los indicadores (preguntas) de la encuesta:

- Respecto al Decreto Estatal de la Reserva de Biosfera de la Sierra de Vallejo y a la Protección de plantas de la comunidad, la mayoría de los encuestados afirma estar de acuerdo en estas legislaciones.
- Los encuestados aseguran que es inaceptable: el fuego en el campo, la tala de árboles, la cacería y la contaminación de los acuíferos (lagunas, ríos y arroyos), además de que aceptan que los animales en el monte favorecen el control de plagas.
- La mayoría de las opiniones considera que el Jaguar es importante: para la cadena alimenticia, viva en la Sierra de Vallejo, prohibir su caza ya que esta en peligro de extinción.
- Casi el total de encuestados afirman que están dispuestos a participar en actividades que fomenten el respeto a los animales de su comunidad, programas de conservación y en acciones para plantar árboles en su comunidad.

Para la puesta en marcha del Programa de Educación Ambiental (ver figura 1. Portada), se aplicaron estrategias colaborativas y participativas de aprendizaje, con la intención de relacionar de manera directa los temas educativos con las características del contexto social y natural de la Reserva de Biosfera Sierra de Vallejo, la comunidad Úrsulo Galván y la propuesta de la creación de NAYAGUAR, como primer Santuario Nayarita del Jaguar.

Además se desarrollaron las temáticas sobre conservación de los ecosistemas y la importancia del Jaguar en la cadena alimenticia, y como especie en peligro de extinción. Biodiversidad y Medio Ambiente. Cada una de ellas incluye varios subtemas que tienen como eje central al Jaguar.

Los contenidos temáticos fueron diseñados para fortalecer las actitudes y valores positivos de los participantes con respecto a la conservación de los recursos naturales de la Sierra de Vallejo y la preservación del Jaguar como especie en peligro de extinción. Estos se integraron por objetivos, conceptos, metodología, material gráfico (ilustraciones, esquemas, fotografías, diagramas) y actividades lúdicas.

Los talleres incluyeron pláticas sobre temas seleccionados, abordados de forma sencilla, atractiva e interesante a través de preguntas, con opiniones, experiencias o anécdotas y construcción de ideas.

Al final de cada tema se realizaron ejercicios para evaluar lo aprendido a través de una serie de reflexiones producto de las respuestas a las preguntas relacionadas con los contenidos desarrollados; para conocer los aprendizajes obtenidos del tema. Se

realizaron ejercicios sopas de letras, apoyados con la descripción de los conceptos centrales del tema. Así como encontrar palabras claves. Redacción de una carta a los cazadores para que no maten al Jaguar. Se presentaron imágenes y fotografías integradas en PowerPoint para proyectarlas con el data display (cañón). Para la proyección de las películas, se utilizó el equipo de enciclomedia de la escuela primaria y la televisión en la escuela secundaria. Posteriormente se llevaron a cabo algunas estrategias de juego para enriquecer y retroalimentar los temas.

Todos los talleres propiciaron el intercambio de ideas, opiniones y construcción de conocimientos. La participación oportuna en cada una de las actividades realizadas a través de la investigación de campo, reflexiones y la opinión por parte de los participantes fue muy significativa. Al final de la sesión del taller se describió lo más fácil de aprender, lo más difícil o no comprendido; es decir evaluar para orientar.

Para la evaluación del programa de educación ambiental se consideraron los materiales didácticos y las técnicas. La comprensión y manejo de conceptos e información, la participación con la opinión por parte de los niños y adolescentes. Algunas de las estrategias de evaluación estuvieron explícitas en las actividades propuestas en los talleres. Se hicieron las observaciones en la reflexión de los mismos, por ejemplo al expresar sus pensamientos u opiniones que reflejaban la sensibilización y fortalecimiento de su actitud positiva a favor de la conservación del Jaguar.

La evaluación de los participantes fue cualitativa, a través de lista de verificación hacia los contenidos y sobre la implementación del proyecto de Educación Ambiental. Se valoró la calidad y el nivel de aprovechamiento favorable de los alumnos como resultado de la dinámica del proceso de formación. Con la finalidad de realizar una valoración sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos y la adquisición de conocimientos, actitudes hacia el cumplimiento de las actividades antes mencionadas; para revisar y mejorar el programa de educación ambiental.

CONCLUSIONES

Se obtuvo una respuesta muy favorable de la comunidad, específicamente por parte de los niños y adolescentes que llevaron a cabo el programa de educación ambiental. Por lo que se cumplió completamente el objetivo propuesto: “fortalecer la actitud positiva en niños y adolescentes hacia la valorización de la naturaleza y conservación del Jaguar, en el Ejido Úrsulo Galván, Municipio de Compostela; Nayarit; México”.

Con la metodología propuesta se adquirió el fortalecimiento de actitud positiva referente a la conservación del Jaguar y su hábitat. Las mediciones realizadas con la escala Likert, permitieron corroborar que el método empleado dio resultados satisfactorios. Se logró sensibilizar con valores ambientales a los niños y adolescente, a través de ellos a las familias pertenecientes y con ello la idea de fomentar el uso racional de los recursos naturales. La participación de los adultos, fue muy atinada en el diagnóstico, la elaboración de las encuestas, el cuestionario de conservación ambiental y el monitoreo. Así como la decisión de que el programa de educación ambiental se llevara a cabo por los niños y adolescentes; porque “son las generaciones del futuro las que deben aprender a conservar los recursos naturales”.

Con el programa de educación ambiental, se fortalecieron en los participantes de 10 a 15 años, conocimientos, actitudes y valores ambientales, para la adopción de acciones positivas de respeto hacia la conservación de la diversidad biológica del contexto y hacia el cuidado de los recursos.

Para fomentar una relación armónica para conservar el medio ambiente y la selva no sólo para el beneficio local, sino para el bien de toda la humanidad en el presente y con las futuras generaciones.

LITERATURA CITADA

- Berkowitz, L. *Social psychology*. Scott Foresman: Blenviews, citado por Jesica Itzel Méndez Contreras 2004 en Tesis de maestría en Ciencia con especialidad en Ecología Humana: “Actitudes hacia los recursos naturales y su uso en los jóvenes de Celestún, un estudio de caso”. Mérida; Yucatán; 1972.
- Chávez, C. y G. Ceballos. *Memorias del Primer Simposio. El Jaguar mexicano en el Siglo XXI. Situación actual y Manejo*. CONABIO- Alianza WWF Telcel- Universidad Nacional Autónoma de México. México; D.F. 2006.
- CONANP-SEMARNAT. *Estudio Previo justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida, Reserva de Biosfera, Sierra de Vallejo, Nayarit; México*. 2005.
- LEEEyPAEN. Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Nayarit. Título Primero. Disposiciones Generales. Capítulo I. Normas Preliminares. Artículo 3., Capitulo XIV. Tepic, Nayarit. 2001.
- Miller, B. y A. Rabinowitz. ¿Por qué conservar al jaguar? en: *El Jaguar en el nuevo milenio. Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América* (R. A. Medellín, C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, K.H. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, compiladores). Fondo de Cultura Económica, UNAM y Wildlife Conservation Society, México D. F. 2002.
- Sandín, E. M.P. *Investigación Cualitativa en Educación*. Fundamentos y tradiciones. Edit. McGraw Hill, España. 2003 (258 p.)
- SEMARNAT. *Proyecto para la Conservación y Manejo del Jaguar en México*. Serie: Proyectos de Recuperación de Especies Prioritarias. Número 14, Tlalpan, D. F. 2006.
- Solano, D. *Comunicación y generación de conciencia ambiental*. Tópicos de Educación Ambiental 3 (7), 52-57. Lima, Perú. 2001.
- Summers, G. F. *Medición de Actitudes*, 2ª. Reimpresión, Ed. Trillas, México. 1982:158.

Programa de Educación Ambiental para conservar el Jaguar (*Panthera onça*) en la Sierra de Vallejo Nayarit; México



Figura 1. Portada. Fotógrafo Virgilio Tamez

CUERPOS ACADEMICOS

I REUNIÓN RED LATINA DE CIENCIA ANIMAL

**24 al 26 de septiembre de 2014 en el hotel Marival
de Nuevo Vallarta, Nayarit, México.**

OBJETIVO

Fundar la Red Latina en Ciencia Animal formada por los cuerpos o grupos de investigación con la meta de fortalecer y eficientizar el recurso humano, material y económico para alcanzar mejores resultados y con ello contribuir al desarrollo del país y américa latina.

Los cuerpos o grupos de investigación fundadores y que solicitaron formar parte hasta el cierre de la memoria son los siguientes:

1.- CUERPO ACADÉMICO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA DE LA UNIVERSIDAD DE COLIMA.

2.- GRUPO DE INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA DE GANADERÍA DEL COLEGIO DE POSTGRADUADOS.

3.- PRODUCCIÓN Y BIOTECNOLOGÍA ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT.

4.- GRUPO DE RECURSOS SOCIOAMBIENTALES Y SUSTENTABILIDAD UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA.

5.- CUERPO ACADÉMICO TECNOLOGÍA DE PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA.

6.- CUERPO ACADÉMICO PRODUCCIÓN ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS.

7.- CUERPO ACADÉMICO RECURSOS NATURALES Y ECOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA.

8.- CUERPO ACADÉMICO PRODUCCIÓN ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ.

9.- CUERPO ACADÉMICO INNOVACIÓN AGROBIOTECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE HUATUSCO

**092 CUERPO ACADÉMICO
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA (UCO-CA-11).
EN CONSOLIDACIÓN.**

Luis Jorge García Márquez, Rafael Julio Macedo Barragán, Omar Francisco Prado Rebolledo*

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima. Autopista Colima-Manzanillo km. 40. Crucero de Tecomán, Colima. C.P. 28 100. Tel y fax: (313) 3229407. Correo electrónico: omarpr@ucol.mx *Coordinador del grupo.

LÍNEAS DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO QUE CULTIVA (LGAC)

PRODUCCIÓN ANIMAL
SANIDAD ANIMAL

INTEGRANTES

LUIS JORGE GARCÍA MÁRQUEZ. ljgm_cmv@hotmail.com Doctor en Ciencias Pecuarias. SNI nivel I. Áreas de interés: Patología veterinaria (Complejo respiratorio, ictiopatología, enfermedades en fauna silvestre (REFASI)).

RAFAEL JULIO MACEDO BARRAGÁN macedo@ucol.mx Doctor en Ciencias Veterinarias Áreas de interés: Producción en ovi-caprinos, bovinos,

OMAR FRANCISCO PRADO REBOLLEDO omarpr@ucol.mx Doctor en Ciencias Pecuarias. Áreas de interés: producción avícola, incubación, microbiología avícola, fauna silvestre.

PROYECTOS

- Identificación del complejo *Mycobacterium tuberculosis* por medio de aislamiento bacteriológico, histopatológico y técnicas moleculares en fauna silvestre de México, su papel como reservorio de la enfermedad.
- Evaluación de la eficacia de un probiótico para la reducción de *Salmonella enteritidis* sobre parámetros hemáticos en pollo de engorda y codorniz.
- Efecto del quitosán como desinfectante sobre *Salmonella enteritidis* en huevo para plato y fértil de pollo de engorda.
- Inclusión de ácidos omega tres en dietas para pollo de engorda y su efecto en la hematología e histopatología.
- Estudio histopatológico del Complejo respiratorio bovinos de bovinos sacrificados en la procesadora municipal de carne del estado de Colima.
- Clasificación macro y microscópicamente de neumonías en cerdos sacrificados en la procesadora municipal de carne del estado de Colima.

ANALISIS FODA

<i>Fortalezas</i>	<i>Debilidades</i>
<ul style="list-style-type: none">• Los integrantes del CA-11 participan en los programas educativos de licenciatura y posgrado de la U de C, donde el programa de licenciatura está acreditado y el programa de posgrado está en el PNPC de Conacyt .• Habilitación académica. 1 integrante nivel 1 SNI, todos los miembros cuentan con el grado de Doctor y son perfil PRODEP.• Todos los integrantes son PTC.• Se tiene experiencia en investigación en el área de producción y sanidad animal.• Por segundo año consecutivo, se organiza “Red de investigación sobre enfermedades en fauna silvestre (REFASI)”, con enfoque regional, nacional e internacional• Se tiene apoyo institucional para el desarrollo de investigación.	<ul style="list-style-type: none">• Financiamiento institucional para investigación es insuficiente.• Un integrante está próximo a jubilarse.• Falta de infraestructura• Falta de convenios de colaboración con Instituciones nacionales e Internacionales.

<i>Oportunidades</i>	<i>Amenazas</i>
<ul style="list-style-type: none">• Creación de redes de investigación con CA afines.• Participación en proyectos de investigación en redes nacionales e internacionales	<ul style="list-style-type: none">• Falta de políticas estatales para investigación.• Pocas convocatorias en el área.• No existen los mecanismos idóneos para que se realice investigación, demasiada carga administrativa.• Plan de estudios nuevo sin las materias de Seminario de investigación I y II lo que limitará el interés de estudiantes en los proyectos de investigación.• Si no hay contratación de un nuevo integrante el CA desaparecerá.• Modificación del status por evaluaciones del PRODEP o incluso su desaparición.

PUBLICACIONES

LIBRO:

Ramírez Romero, Rafael; López Mayagoitia, Alfonso; Nevárez Garza, Alicia M.; García Márquez, Luis Jorge; Zárate Ramos, Juan José; Martínez Burnes, Julio. MANUAL DE PRÁCTICAS. HISTOPATOLOGÍA VETERINARIA APLICADA A DIAGNÓSTICO. 2013. MÉXICO. MANUAL MODERNO S.A. DE C.V. ISBN: 9786074483178.

ARTÍCULOS EN REVISTAS

Rafael Ramírez-Romero, Cecilia Ramírez-Hernández, Luis Jorge García-Márquez, Julio Martínez-Burnes, Alfonso López-Mayagoitia. Bovine diseases causing neurological signs

and death in Mexican feedlots. Trop Anim Health Prod. 2014;46(5):823-829.

Omar Francisco Prado-Rebolledo, Luis Jorge García-Márquez, Rafael Julio Macedo-Barragán, José Luis García-Curiel, Maximiliano Sánchez-Barajas, y Guillermo Téllez-Isaías. Effects of probiotic and stocking density on Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) productive performance. Revista Científica, FCV-LUZ. 2014. Vol. XXIV, No 2, 180 – 184.

Omar Prado-Rebolledo, Roberto Lezama-Gutiérrez, Daniel Contreras-Benicio, Daniel Contreras-Lara, Eduardo J Morales-Barrera, Guillermo Tellez. Patogenicidad del hongo *Beauveria bassiana* (*Hyphomycetes*) en adultos del escarabajo *Alphitobius diaperinus* (*Coleoptera:Tenebrionidae*) de casetas avícolas del estado de Colima. Revista Iberoamericana de Ciencias. 2014. Vol: 1(1).

A. Menconi, V.A Kuttapan, . Hernandez-Valasco, T. Urbano, F. Matté, S. Layton, G. Kallapura, J. Latorre, B.E. Morales, o. Prado, J.L. Vicente, J. Barton, R.L. Anderatti, Filho, M. Lovato, B.M Hargis, and G. Tellez. Evaluation of a commercially available organic acid product on body weight loss, carcass yield, and meat quality during preslaughter feed withdrawal in broiler chickens: A poultry welfare and economic perspective. Poultry Science. 2014. Vol: 93:448-455.

J. E. Morales-Barrera., M.J. Gonzalez-Alcorta., R.M. Castillo-Dominguez., O.F. Prado-Rebolledo., J.L Vazquez., X. Hernández-Velasco., G. Tellez., A. Menconi., B.M. Hargis., S. Carrillo-Dominguez. Effect of time and fatty acid composition in eggs of white hens supplemented with tuna oil. Food and Nutrition Science. 2013.

Carreón, V., Macedo, R. and De la Peña, C. Effect of Physical Activity and other Factors on Serum Levels of total Cholesterol and Triglycerides in Horses in Colima, Mexico. Journal of Veterinary Advances. 2013

J. E. Morales-Barrera., M.J. Gonzalez-Alcorta., R.M. Castillo-Dominguez., O.F. Prado-Rebolledo., X. Hernández-Velasco., A. Menconi., G. Tellez., B.M. Hargis., S. Carrillo-Dominguez. Fatty acid deposition on broiler meat in chickens supplemented with tuna oil. Food and Nutrition Sciences. 2013.

Arredondo V., Macedo R., Magaña J.C., Molina J., Prado O., García L.J., Lee H., Herrera A. Variabilidad morfológica de la oveja pelibuey en Colima, México. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal. 2013;Vol: 3:1-7.

Arredondo, R.V., Macedo, B.R., Molina, C.J., Magaña, A.J., Prado, R.O., García, M.L.J., Lee, R.H. and Herrera, C.A. Morphological characterization of Pelibuey sheep in Colima, México. Tropical Animal Health and Production. 2013: 895-900.

093 GRUPO DE INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA DE GANADERÍA DEL COLEGIO DE POSTGRADUADOS. CONSOLIDADO.

José Ricardo Bárcena Gama*

Programa de Ganadería del Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco
Km. 36.5. Montecillo, edo. de México. CP. 56230. ganaderia@colpos.mx
rbarcena@colpos.mx Tel: 52 (55) 58045979 (fax); (595) 9520279; (595) 9520200
Ext. 1726 y 1727 *Coordinador del grupo

INTEGRANTES

José G Herrera Haro, Efrén Ramírez Bribiesca, María Esther Ortega Cerrilla, Omar Hernández Mendo, María Magdalena Crosby Galván, José Ricardo Bárcena Gama.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: El Grupo de Investigadores del Programa de Ganadería se encuentra formado por 21 investigadores con grado de Doctor en Ciencias que trabajan en siete áreas: Nutrición de Rumiantes, Nutrición de no rumiantes, Manejo de pastizales y forrajes, Genética Animal, Fisiología de la Reproducción, Etología Animal y Fauna Silvestre. Cada una de estas áreas tiene sus líneas de investigación, destacando las siguientes:

Nutrición de Rumiantes. Caracterización y manipulación del crecimiento animal: Utilización y tratamientos de esquilmos agrícolas y subproductos agroindustriales; Suplementos nitrogenados y energéticos en ovinos y bovinos; Evaluación del contenido y disponibilidad de nutrientes; Efecto de modificadores metabólicos: agentes anabólicos, ionóforos, prebióticos, levaduras y enzimas hidrolíticas y amilo líticas, β -adrenérgicos; Uso de grasas y proteínas de sobrepaso; Manipulación de microorganismos ruminales (bacterias y protozoarios); Desarrollo de inóculos de bacterias ruminales para su uso en dietas con alto contenido de forraje o de subproductos y esquilmos agrícolas; Desarrollo de biodigestores para el procesamiento de excretas animales; Aislamiento de bacterias ruminales acetogénicas y su potencial uso para disminuir la producción de metano en rumiantes; Características de la canal y calidad de carne; Análisis físico-químico de la carne; Inocuidad en la cadena alimentaria, “de la Granja a la Mesa”.

Nutrición de no Rumiantes: Propiedades nutrimentales del sorgo para aves; Impacto de la alimentación sobre el síndrome ascítico; Utilización del sorgo en la elaboración de alimentos balanceados para aves domésticas; Determinación del nivel óptimo biológico de Ca y P para gallinas; Estrategias para mejorar la productividad y reducir la excreción de nitrógeno al suelo y al agua por cerdos; Determinación del nivel más bajo de proteína cruda para cerdos en iniciación (I), crecimiento (C) y finalización (F) alimentados con dietas sorgo-pasta de soya; Efecto de aditivos alimenticios en dietas sorgo-pasta de soya con baja proteína sobre variables productivas, características de la canal y concentración de urea en plasma de cerdos en I, C y F; Efecto de aditivos alimenticios sobre las características del semen de verracos; Niveles óptimos y económicos de lisina en dietas sorgo-pasta de soya para cerdos en I, C y F.

Manejo de Pastizales y Forrajes: Dinámica de crecimiento de las principales especies forrajeras tropicales; Colección, identificación genómica y multiplicación de recursos genéticos de especies forrajeras; Estudio de diferentes fenotipos de especies forrajeras tropicales; Bouteloa, Dactylis glomerata, Festuca, Lolium perenne, Medicago sativa, Trifolium y otras especies de climas templados y semidesérticos.

Genética Animal: Caracterización genética de las poblaciones bovinas; Conservación de los recursos genéticos criollos; Efecto de la interacción genotipo-ambiente; Desarrollo de tecnologías para la ganadería familiar: Estudio e identificación de genes candidatos en selección asistida por marcadores moleculares; Genotipos para producción de carne para barbacoa; Producción y características físico-químicas de la leche en ovejas y cabras bajo condiciones semi-intensivas en México; Estudios sobre la resistencia genética de ovinos y caprinos a los nematodos gastrointestinales en regiones templadas y tropicales de México.

Reproducción Animal: Estudio de problemas reproductivos y alternativas de solución; Métodos para sincronizar estros en bovinos y ovinos; Interacción nutrición-reproducción en bovinos y ovinos; Evaluación reproductiva de ovejas, utilizando sincronización del estro, inseminación laparoscópica, ultrasonografía, transferencia y bipartición de embriones.

Etología: Investigación en el área de conducta y bienestar animal. Entender cómo se comportan los animales y sus reacciones a las diferentes situaciones que se enfrentan es la base para producirlos de manera adecuada, logrando también su bienestar. Al tener un mejor trato, manejo y cuidado responsable, mejorará su productividad. Legislación al respecto en muchos países. Investigaciones en bovinos de carne, leche, cerdos y aves.

Fauna Silvestre: Conservación y manejo de fauna silvestre; Aprovechamiento sustentable y a la conservación de la biodiversidad del país; Las aves como indicadores de la calidad del ambiente; Estudios sobre aves migratorias neotropicales; Venado cola blanca, ciervo rojo; mamíferos depredadores como el lobo mexicano, coyote y jaguar; teporingo o conejo de los volcanes, Iguana negra, cocodrilo y anfibios.

Consolidación del Grupo: El Colegio de Postgraduados es un organismo público descentralizado del Gobierno Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propios, cuyo objeto es la educación de postgrado en ciencias agropecuarias y forestales, fundamentada en la investigación y la vinculación, reconocido como Centro Público de Investigación dentro del marco de la Ley de Ciencia y Tecnología y tiene como Misión ser una institución educativa que genera, difunde y aplica conocimiento para el manejo sustentable de los recursos naturales, la producción de alimentos nutritivos e inoctrinos, y el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad. La educación, la investigación y la vinculación son las tres actividades sustantivas del Colegio de Postgraduados. En función de ellas se han definido, como parte del Plan Estratégico Institucional, los objetivos estratégicos siguientes: a) Educar y formar personas creativas, innovadoras y con sentido humanista que atiendan las necesidades agroalimentarias de la sociedad en un contexto de desarrollo sustentable; b) Realizar investigación generadora de conocimiento pertinente para el manejo sustentable de los recursos naturales y la producción de

alimentos nutritivos e inocuos y de otros bienes y servicios, y c) Mejorar la calidad de vida de la sociedad y retroalimentar las actividades académicas a través de la vinculación.

El Programa de Ganadería del Colegio de Postgraduados fue fundado en 1979, desde entonces se trabajó intensamente con el propósito de consolidar un grupo de investigadores de alto nivel que permitiera cumplir cabalmente con la Misión del Colegio, lo cual se ha venido cumpliendo gracias a que el grupo de científicos que labora en el programa de Ganadería, la gran mayoría, realizó sus estudios doctorales en las mejores universidades del extranjero, consolidando de esa manera el grupo de Profesores Investigadores de excelencia con que actualmente cuenta el programa. De los 21 investigadores que conforman el Grupo de Ganadería del Colegio de Postgraduados, 20 pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), 2 en Nivel III, 9 Nivel II, 7 Nivel I y 1 Candidato. Esto ha permitido que los programas de posgrado que se ofrecen estén reconocidos en el PNPC del CONACyT, teniéndose el reconocimiento de la Maestría en Ciencias a Nivel Internacional y el Doctorado en Ciencias a Nivel de Consolidado (Alto Nivel). Durante sus 35 años de trabajo, el Grupo de Ganadería ha graduado a más de 385 maestros en ciencias y a más de 90 doctores en ciencias, teniendo además, un promedio de dos artículos científicos publicados por año por profesor investigador en revistas con reconocimiento JCR y CONACyT.

Análisis FODA:

Fortalezas principales en investigación:

- ▶ Existe experiencia a nivel nacional e internacional y capacidad para desarrollar investigación de calidad en sus 22 académicos con el grado doctoral, que son reconocidos por el Sistema Nacional de Investigadores —90 % de ellos están en el (SNI)— y por comités científicos nacionales.
- ▶ Se tienen convenios de colaboración con Instituciones de investigación y otras dependencias.
- ▶ Se cuenta con la existencia de laboratorios especializados con infraestructura específica, que permiten desarrollar investigación de calidad.
- ▶ Se tiene la capacidad demostrada de los investigadores en la consecución de recursos propios, con los que se financian actividades de investigación, de servicio y eventos científicos, que permite fortalecer la infraestructura y el equipo científico del programa.
- ▶ Se genera conocimiento que es transferido como tecnología.

Oportunidades principales en investigación:

- ▶ La demanda de conocimientos y tecnologías para atender las necesidades del sector en relación con cadenas agroalimentarias.
- ▶ La urgencia de contribuir a la reducción de la pobreza rural.
- ▶ La urgencia de estudiar, preservar y utilizar racionalmente la riqueza biológica del país, una de las más importantes a nivel mundial.
- ▶ La preservación de la diversidad cultural y el aprovechamiento del conocimiento tradicional de las comunidades rurales del país.
- ▶ La creciente importancia que se da a la solución de problemas de impacto y servicios ambientales, inocuidad alimentaria, ingeniería genética y bioseguridad, entre otros.

- ▶ La demanda de tecnología no cubierta por ninguna institución. Existen diversas instancias para el Financiamiento de proyectos de generación y transferencia de tecnológica.
- ▶ Los programas contemplados en la Ley de Ciencia y Tecnología y que está implementando el CONACYT.
- ▶ Los programas de apoyo de la SEP y ANUIES para fortalecer las actividades académicas y de investigación de las IES públicas y privadas.
- ▶ Los tratados comerciales de México con otros países. El acceso a convenios y fuentes de financiamiento internacionales.

Debilidades principales en investigación:

- ▶ Falta de un plan rector de investigación en el programa de ganadería.
- ▶ Falta de una política institucional que fomente el trabajo en equipos interdisciplinarios.
- ▶ Carencia de un sistema integral de información de la investigación institucional.
- ▶ Carencia de un sistema administrativo de apoyo eficiente a la investigación y deficiente profesionalización del personal administrativo.
- ▶ Escasa difusión de resultados de investigación a la sociedad.
- ▶ Desconocimiento de normas para patentar desarrollos tecnológicos.
- ▶ Problemas de organización y coordinación de la investigación en la institución.
- ▶ Falta de coordinación en la utilización de equipo científico y laboratorios.
- ▶ Falta de seguimiento a la evaluación de la productividad del personal académico.
- ▶ No se cuenta con una oficina gestora que facilite el financiamiento de proyectos de investigación.
- ▶ Su acervo bibliográfico, sus equipos de laboratorio y de cómputo, su parque vehicular, maquinaria agropecuaria y demás equipos de campo y granja ganadera son insuficientes y requieren ser actualizados.
- ▶ Su infraestructura de edificios, laboratorios, cubículos de profesores y estudiantes, granjas y campos experimentales, e invernaderos, es insuficiente.

Amenazas principales en investigación:

- ▶ La baja contribución del sector pecuario al PIB nacional por la falta de agregación de valor a sus productos.
- ▶ El escaso reconocimiento de la sociedad y del gobierno a la importancia estratégica del sector ganadero, así como a la ciencia y tecnología.
- ▶ La inestabilidad económica a nivel nacional pone en riesgo al sector agropecuario.
- ▶ La carencia de un proyecto de nación en cuanto a desarrollo rural y ciencia y tecnología.
- ▶ La fuga de cerebros por la falta de apoyo y remuneración a los científicos.
- ▶ La globalización y mayor competitividad de otros países en el sector agroalimentario.
- ▶ La globalización y su efecto en la preferencia de la investigación utilitaria aplicada y comercial subestimando la investigación básica nacional y la atención de los problemas del sector social.
- ▶ Una proporción alta de generación de conocimiento se hace en grupos de investigación de las empresas.

- ▶ Las alianzas de instituciones mexicanas con instituciones internacionales y que el programa de Ganadería no realiza.
- ▶ La concentración de la industrialización y comercialización de productos agroalimentarios en pocas compañías internacionales.
- ▶ La falta de impacto de los productos de investigación del programa de Ganadería en la sociedad rural.

**094 PRODUCCIÓN Y BIOTECNOLOGÍA ANIMAL (UAN-CA-249).
EN CONSOLIDACIÓN.**

Ávila Ramos Fidel, Carmona Gasca Carlos, Escalera Valente Francisco, Gómez Danés Alejandro Ángel, Loya Olquin José Lenin*, Martínez González Sergio, Martínez Virgen Marisela, Ulloa Castañeda Ricardo Rafael, Valdés García Yissel Sacnicte

Cuerpo Académico de Producción y Biotecnología Animal, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Compostela- Chapalilla Km 3.5. Compostela, Nayarit, México.
Joselenin28@hotmail.com * Coordinador del grupo.

LÍNEAS DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO.

Interacción de los componentes de zootecnia y salud en los sistemas de producción animal.

ANÁLISIS FODA

Fortalezas	Debilidades
Todos los integrantes poseen el grado de doctorado	Falta la participación en redes de investigación
Tres miembros con reconocimiento SNI	Falta de equipo especializado
Seis miembros con reconocimiento PROMEP	
Se cuenta con infraestructura de 3 laboratorios: Bromatología y nutrición Animal, Parasitología y Microbiología.	
La Unidad Académica cuenta con rancho y posta zootécnica	
Posgrado en PNPC	
Oportunidades	Amenazas
Equipo joven	Financiamiento adecuado para trabajos de investigación

INTEGRANTES

Ávila Ramos Fidel. En el programa de Retención de CONACYT. Doctor en Recursos Genéticos y Productividad Ganadería, Colegio de Postgraduados. Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, en la Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM-Amecameca. La línea de investigación en antibióticos y antioxidantes naturales en animales domésticos.

Carmona Gasca Carlos. Tiempo Completo Titular B. Posdoctorado en Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología UMSNH, Doctorado Directo por la

Universidad Nacional Autónoma de México y Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia por la Universidad Autónoma del Estado de México Miembro de la International Leptospirosis Society (ILS) desde 2007. Candidato al Sistema Nacional de Investigadores.

Alejandro Ángel Gómez Danés. Tiempo Completo Titular C. Es Doctor en Recursos Genéticos y Productividad Ganadería, Colegio de Postgraduados. Maestría en Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Centro de Estudios Universitarios, Monterrey, Nuevo León; Miembro de Núcleo Básico del Posgrado CBAP, Universidad Autónoma de Nayarit. Reconocimiento con Perfil Deseable PROMEP desde 2007. Certificado en Bovinos y Ovinos por CONCERVET.

Escalera Valente Francisco. Tiempo Completo Asociado B. Doctorado en Medicina y Cirugía Animal por la Universidad de León, León España. Realizó sus estudios de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Autónoma de Nayarit. Perfil PROMEP desde 2013. Certificado en ovinos por CONCERVET.

José Lenin Loya Olguin. Tiempo Completo Titular B. Doctorado en Ciencias Agropecuarias por el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Maestría en Ciencias en Producción Animal con Área mayor en Nutrición Animal en la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Licenciatura de Ingeniero Zootecnista en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Perfil PROMEP y Miembro del SNI desde 2013. Nutrición de rumiantes es la línea actual de investigación.

Sergio Martínez González. Tiempo Completo Titular C. Es Doctor por el Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Colima, así mismo realizó sus estudios de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Autónoma de Nayarit. Es Perfil PROMEP desde 2006. Certificado en Ovinos por CONCERVET. La línea de investigación es la interacción de los componentes de zootecnia y salud en los sistemas de producción animal.

Marisela Martínez Virgen. Tiempo Completo Titular C. Es Doctor por el Departamento de Producción y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, España, así mismo realizó sus estudios de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad de Guadalajara. Es Perfil PROMEP desde 2009. La línea de investigación es la inocuidad de los alimentos de origen animal.

Ricardo Rafael Ulloa Castañeda. Tiempo Completo Titular C. Doctor por el Programa de Economía y Gestión de las Organizaciones, Departamento de Economía y Dirección de Empresas de la Universidad de Zaragoza. Los estudios de Maestría en Administración de Empresas los realizo en la Facultad de Administración de la Universidad de Guadalajara y la Licenciatura en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Guadalajara. Es perfil PROMEP desde el 2007. Su línea de investigación es la de Administración y Gestión de las Organizaciones.

Valdés García Yissel Sacnicte. Asociado C. Doctor en Ciencias Agropecuarias por el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Maestría en Ciencias Veterinarias en la UABC. Licenciatura de Médico Veterinario Zootecnista por la Universidad Autónoma de Baja California. Miembro SNI desde enero de 2014. Nutrición y sistemas de producción animal.

PUBLICACIONES RECIENTES LIBROS

J. L. Loya-Olguin, Martínez- González S., Prado Rebolledo Omar F., Y. S. Váldez-García, A. A. Gómez-Danés, F. Escalera-Valente, Macedo Barragan Rafael y Duran Puga Noe. El Sistema Silvopastoril. Primera Edición. Editorial Sistema Superior. México. 2014. ISBN 978-607-96499-0-6.

Alejandro A Gómez Danés, Sergio Martínez González, Francisco Escalera Valente, Jorge Aguirre Ortega, Fernando Carrillo Díaz, Socorro M Salgado Moreno, Héctor J Morales Rodríguez. Manual de Tecnologías Aplicadas en la Ovinocultura. Universidad Autónoma de Nayarit. México. 2013. ISBN 978-607-7868-52-1.

ARTÍCULOS EN REVISTAS

S. Martínez-González, F. Escalera-Valente, A.A. Gómez-Danés, A. Plascencia, J.L. Loya-Olguin, J.C. Ramirez-Ramirez, A. Barreras, Y.S. Valdés-García & J. Aguirre-Ortega (2014): Influence of levels of DL-malic acid supplementation on milk production and composition in lactating Pelibuey ewes and pre-weaning weight gain of their suckling kids, Journal of Applied Animal Research, DOI: 10.1080/09712119.2014.899496

Ricardo R Ulloa C, José E Anzaldo V, Maricela Martínez V, Sergio Martínez G, José Lenin Loya O. Generación de un modelo para la determinación de costos de empresas de miel en el estado de Nayarit. Revista Mexicana de Agronegocios. 2014.

Iriarte del Hoyo P. G., J. O. Aguirre, G. S. Martínez, A. A. Gómez-Danés., J. L. Loya-Olguin, R. M. Fernández, R. R. Ulloa-Castañeda. Repelencia de los pastos Melinis minutiflora, Andropogon gayanus, Brachiaria brizantha y Cenchrus ciliaris sobre larvas de garrapata Amblyoma cajennense F. (Acari:Ixodidae). Revista Bio Ciencias. 2013; 2(3):33-40.

Loya-Olguin, J. L., R. A. Zinn, J. Aguirre-Ortega, Gómez-Danés A. A. J. C. Ramirez-Ramirez, Loya-Olguin F., R. Ulloa-Castañeda. Consideraciones importantes para la estimación de la composición corporal de becerros de engorda. Abanico veterinario. 2013; 3:48-58.

Escalera-Valente Francisco, González-Montaña Ramiro, Alonso-De La Varga Marta Elena, Peña-Parra Bladimir, Lomillos-Pérez Juan Manuel, Carrillo-Díaz Fernando, Gómez-Danés Alejandro Ángel, Gaudioso-Lacasa Vicente. Estatus ácido-base, gasométrico y electrolítico y su relación con el síndrome de caída en toros de lidia. Abanico Veterinario. 2012, 2 (3): 36-45.

Jorge Aguirre, Ramón Magaña, Sergio Martínez, Alejandro Gómez, José C. Ramírez, Rubén Barajas, Alejandro Plascencia, Ricardo Barcena, Danny Eugenio García. Caracterización nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos. Revista Científica Zootecnia Tropical. 2010; 28(4): 489-497. ISSN 0798-7269.

Iriarte del Hoyo P., S. Martínez-Gonzalez, J. Aguirre-Ortega, R. Barajas-Cruz, J. Romo-Rubio, J. L. Loya-Olguin, J. Molina Torres. 2012. Repelencia de algunas plantas forrajeras a la garrapata. Abanico Veterinario. 2012; 2:47-57.

F Grageola, C Lemus, R Huerta, S Martínez, A Gómez, C Díaz, J Ly. A note on the pattern of feed intake in Mexican Cuino pigs. Livestock Research For Rural Development. 2010; 22(8). ISSN 0121-3784

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Repelencia natural de pastos a las garrapatas.

Calidad y cantidad de leche ovina en lactancia.

Analizar el efecto del aceite de orégano adicionado en la dieta de los pollos en la estabilidad bactericida de la carne y salud del pollo de engorda.

Estudio de la comercialización de los productos de la colmena y diagnóstico integral de las enfermedades de los apiarios en el Estado de Nayarit.

Caracterización molecular y estudio epidemiológico de patógenos asociados a enfermedades perinatales en ovinos del trópico húmedo.

095 GRUPO DE RECURSOS SOCIOAMBIENTALES Y SUSTENTABILIDAD

Ramón Soriano Robles*, Ladislao Arias Margarito, Isaac Almaraz Buendía

Laboratorio de recursos socioambientales y sustentabilidad. Área de Investigación en Reproducción Animal Asistida. Departamento de Biología de la Reproducción. Universidad Autónoma Metropolitana. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Av. San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, México, D.F. 09340 Tel. (55) 58044600 ext 2721. Fax. (55) 58044930. ramon@xanum.uam.mx *Coordinador del grupo

INTRODUCCIÓN

El grupo de Recursos Socioambientales y Sustentabilidad (GRSAS) no tiene una fecha de nacimiento específica, es, más bien, el producto de la evolución académica de dos de sus integrantes, que más tarde incorporan a otro miembro. En un inicio fuimos parte integrante del área de “Desarrollo Agropecuario Sustentable”, (DAS), del mismo departamento al que actualmente estamos adscritos dentro de la UAM Iztapalapa. Mientras que el DAS se dedicaba más de lleno a la investigación agricultura urbana, Ladislao Arias y un servidor empezamos también a incursionar en el medio rural de Oaxaca, a petición de un compañero trabajador de la UAM-I, quien nos solicitó apoyo a la ganadería de municipio, Cosoltepec. Este se ubica en la región Cultural Mixteca Baja Oaxaqueña. Dados nuestros antecedentes académicos (Ladislao Química agrícola y un servidor PhD en Agricultura Sustentable), decidimos independizarnos del grupo y establecer una línea que explorase los recursos naturales de Cosoltepec (plantas forrajeras y frutos de cactáceas entre otros). De esta manera, Ladislao ingresa al Doctorado en Recursos Naturales de la UAEMex, donde yo fui su co-director. Durante este lapso establecimos una metodología de investigación característica del grupo, orientada a generar conocimiento científico sobre el uso de recursos naturales (árboles y arbustos forrajeros, recursos alternativos frutícolas) para su uso a nivel local como fuentes de alimento para los distintos tipos.

Esta metodología se compone de cuatro etapas y su objetivo es proponer alternativas tecnológicas sustentables que de manera participativa, mejoren los sistemas de producción animal de las comunidades rurales, urbanas y periurbanas de México. Como se había mencionado, las cuatro etapas de la metodología son

1. Caracterización social, técnica, económica y ambiental de los sistemas de producción a nivel local
2. Recorridos participativos (por ejemplo, rutas de pastoreo) para identificación y categorización de recursos potenciales
3. Generación de una opción tecnológica (por ejemplo, bloques multinutricionales)
4. Validación participativa y evaluación socioeconómica

Análisis FODA

Fortalezas

- a) Habilitación académica (tres doctores, uno miembro del SIN y los tres con perfil PROMEP))

- b) Institución fuerte que y bien estructurada con 40 años de historia
- c) Se cuenta con espacio y equipo

Oportunidades

- a) Existencia de licenciaturas en la UAM donde podemos tomar alumnos de postgrado
- b) Estructura departamental para interaccionar en investigación con colegas de otras disciplinas (Biológicas, sociales, económicas e ingenierías)

Debilidades

- a) Grupo muy pequeño
- b) Presupuestos de investigación muy bajos
- c) Equipo de investigación un poco viejo

Amenazas

Reducción constante en los presupuestos para investigación

INTEGRANTES

Ramón Soriano Robles. Doctor en Filosofía (PhD). Wye College, University of London. Profesor Titular C. Tiempo Completo. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Investigador Nacional Nivel I. Sistema Nacional de Investigadores. Miembro desde 1999 hasta 2016. No. Expediente SNI: 20684. Reconocimiento Perfil Deseable PROMEP 2013-2016

Ladislao Arias Margarito. Doctor en Recursos Ciencias agropecuarias y recursos naturales. UAEMex Profesor Titular C. Tiempo Completo. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Reconocimiento Perfil Ideal PROMEP 2013-2016

**096 CUERPO ACADÉMICO
TECNOLOGÍA DE PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL (UACHCA-3).
CONSOLIDADO.**

Francisco A. Núñez G*, Alma D. Alarcón R., J. Arturo García M., Ana L. Rentería M., José Carlos Rodríguez F., América Chávez M. e Iván A. García G.

Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada Km. 1, Col. Zootecnia, Chihuahua, Chih. 31453. Tel: (614) 434-0304, Fax (614) 434-0345. Email: fnunez@uach.mx * Coordinador del grupo.

La Industria cárnica nacional y en particular la establecida en la zona norte del país evoluciona permanentemente, hacia el interior de la nación y hacia el resto del mundo. Esto último motivado por el fenómeno de globalización en el que todo el planeta se encuentra inmerso. Es así que desde la creación del Departamento de Tecnología de Productos de Origen Animal en 1979, se fijó como meta realizar docencia e investigación en el área de ciencia de la carne. Ya que este punto es un polo de desarrollo internacional, ya que una creciente población demanda una mayor cantidad y calidad de alimentos de origen animal, los cuales además de ser variados y nutritivos. Además estos deben cumplir con las expectativas de inocuidad que exige el mercado moderno, sin descuidar en ningún momento, los aspectos de tipo organoléptico que el consumidor exige. Así, el reto de lograr obtener una mayor cantidad de alimentos con una mejor calidad es para los expertos una prioridad.

Aunado a lo anterior, diferentes instancias dedicadas a la producción animal desarrolla, entre otras cosas, nuevas líneas genéticas, aditivos en la nutrición animal, promotores de crecimiento, manejo, etc. Mientras que la industria de alimentos prueba, nuevos ingredientes como son colorantes, saborizantes, ligadores, empaque, etc. Además los aspectos de higiene de alimentos mejor conocido como inocuidad alimentaria es un punto de gran relevancia, ya que una nueva generación de microorganismos potencialmente patógenos, se encuentran presentes en una gran cantidad de la cadena alimenticia, este aspecto requiere una gran atención, por parte del personal que maneja la carne o sus productos. Todo lo anteriormente expuesto genera la necesidad de que el Cuerpo Académico de Tecnología de Productos de Origen Animal, Ciencia de la Carne, forme personal altamente especializado en docencia e investigación en esta área con el objetivo de cubrir las necesidades; estatales, regionales, nacionales e internacionales en todos los niveles académicos, incluyendo Licenciatura, Maestría y Doctorado, que difundan y generen tecnología y nuevos conocimientos.

Fortalezas	Debilidades
Los 7 miembros poseen el grado de doctorado	Alta carga académica de cada miembro
Los miembros con experiencia académica y de investigación mínima de 10 años	Fortalecer áreas específicas en: Ingredientes y alimentos funcionales. Creación de nuevos productos.
Todos los miembros con reconocimiento PROMEP	Formación de redes, interacción con cuerpos académicos o grupos de investigación internacionales.
Alta demanda estudiantil sobre las LGAC del CA 03	

Se cuenta con infraestructura de 5 laboratorios y 2 ranchos que apoyan las LGAC del CA 03	
Alta capacidad de gestión de proyectos de investigación y servicios en el sector público y privado	
Publicación de artículos indexados, así como publicaciones diversas (libros, capítulos, artículos arbitrados, divulgación, entre otros) en los últimos 3 años	
Alta capacidad de vinculación y transferencia tecnológica con sector productivo y privado	
Redes de colaboración con instituciones nacionales e internacionales	

LÍNEAS DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO QUE CULTIVA.

CONTROL DE CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE LOS PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL

Detección, evaluación de las distintas especies animales productoras de carne, el cambio de músculo a carne, el deterioro y la capacidad tecnológica para el procesado. Asimismo, se incluye la caracterización de la leche y productos lácteos, así como los procesos tecnológicos involucrados. Lo anterior considerando la calidad sensorial, fisiológica, bioquímica, fisicoquímica y microbiológica y funcionalidad que garantice la inocuidad y aceptación por el consumidor de los productos de origen animal.

MIEMBROS

Francisco Alfredo Núñez González. fnunez@uach.mx Doctor en Philosophia con especialidad en bioquímica, nutrición y ciencia de los alimentos, Universidad de Nottingham, Reino Unido. TEMÁTICA DE INTERÉS: Control de calidad y aseguramiento de productos de origen animal

Alma Delia Alarcón Rojo. aalarcon@uach.mx Doctor en Philosophia en Ciencia de Alimentos de Origen Animal por la Facultad de Ciencias Veterinarias, University of Bristol, Reino Unido. TEMÁTICA DE INTERÉS: Bioquímica del músculo, Factores que afectan la calidad de la carne, Evaluación sensorial de la carne y sus productos.

José Arturo García Macías. jgarci@uach.mx Doctor con especialidad en ciencia de la carne, Universidad Autónoma de Barcelona, España. TEMÁTICA DE INTERÉS: Control de calidad y aseguramiento de productos de origen animal

Ana Luisa Rentería Monterrubio. arenteria@uach.mx Doctor en Philosophia en Ciencia de Alimentos de Origen Animal por la Facultad de Ciencias Veterinarias, University of Bristol, Reino Unido. TEMÁTICA DE INTERÉS: Microbiología y deterioro de la carne. Utilización de aceites esenciales para disminuir el crecimiento de microorganismos y su efecto sobre las características organolépticas y físico-químicas de la carne.

José Carlos Rodríguez Figueroa. jfigueroa@uach.mx Doctorado en Ciencias en el área de alimentos de origen lácteo, obtenido en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), Hermosillo, México.

América Chávez Martínez. amchavez@uach.mx Doctor en Philosophia cuya área de estudio fue nutrición humana, Universidad de Clemson, E.U.A. TEMÁTICA DE INTERÉS: Desarrollo y evaluación de alimentos funcionales. Inocuidad de productos lácteos. Mejora de procesos tecnológicos en la elaboración de productos lácteos. Aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas multi-funcionales

Iván Adrian García Galicia. igarciag@uach.mx Doctor en Philosophia en Ciencia de Alimentos de Origen Animal por la Facultad de Ciencias Veterinarias, University of Bristol, Reino Unido. Temática de Interés: Factores del sistema de producción y otros eventos *antemortem* que afectan la calidad de la carne de bovino y ovino, particularmente la composición de ácidos grasos y antioxidantes. Así como estrategias para mejoramiento en carne de bovinos y crecimiento animal.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

"Estudio del Ultrasonido de Potencia como Tecnología Intermedia para Mejorar la Calidad Físicoquímica y Tecnológica de los Alimentos Cárnicos"

"Viabilidad de Probióticos (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus paracasei*) en Suero de Leche"

"Evaluación de la Inclusión de Productos Nutraceuticos en la Dieta de Finalización de Pollos y su Efecto en la Microbiología Intestinal (*Salmonella* spp y *Campylobacter* spp) y en las Características de la Canal y la Carne"

"Desarrollo Industrial de la Cecina Tipo Loja: Producto de Humedad Intermedia"

"Parámetros de Calidad, Oxidación Proteica y Actividad Antioxidante Enzimática en Carne en Borregos Estabulados con la Administración Subcutánea de Vitamina E"

"Utilización de la Biotecnología para el Desarrollo de Productos de Origen Animal"

"Evaluation of Bioactive Peptides From Meat and Meat Products"

"Viabilidad de Probióticos (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus paracasei*) y Prebióticos en Jocoque Seco"

"Aislamiento, Identificación y Caracterización Funcional de Bacterias Lácticas Presentes en Suero de Leche de Queso Ranchero Artesanal"

"Fortalecimiento en las Capacidades de Investigación Sobre Alimentos Lácteos Funcionales"

"Validación de un sistema de cruzamientos de razas para asegurar la sustentabilidad de los sistemas de producción bovinos carne ante el cambio climático en el Estado de Chihuahua"

PUBLICACIONES

- Gamboa Alvarado J.G., Gallegos Lara R.A., Arcos García J.L., López Pozos R., Ramírez Rivera E.J., Alarcón Rojo A.D. 2011. Efecto del método de insensibilización sobre los parámetros más importantes que influyen en el sacrificio y calidad de la carne de cerdo. *Nacameh* 5(2) 40-55. Revista en línea
- Nidia V. Valenzuela-Grijalva, Humberto González -Ríos, Thalia Y. Islava, Martín Valenzuela, Gastón Torrescano, Juan P. Camou, Francisco A. Núñez-González. 2011. Changes in Intamuscular Fat, Fatty Acid Profile and Cholesterol Content Induced by Zeranol Implantation Strategy in Hair Lambs. *J. Sci. Food Agric.*,
- Cavill, L., Renteria-Monterrubio, A L, Helps, C.R., Corry, J E L 2011. Detection of cold-tolerant clostridia other than *Clostridium estertheticum* in raw vacuum-packed chill-stored meat. *Food Microbiology*, 28, 957-963
- J.C. Rodríguez-Figueroa, A.F. González-Córdova, M.J. Torres-Llanez, H.S. Garcia, and B. Vallejo-Cordoba. 2012. Novel angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides produced in fermented milk by specific wild *Lactococcus lactis* strains. *J. Dairy Sci*, 95: 5536-5543
- Rodríguez-Figueroa, J.C.,González-Córdova, A.F., Astiazaran-García, H., and Vallejo-Cordoba, B.. 2013. Hypotensive and heart rate lowering effects in rats receiving milk fermented by specific *Lactococcus lactis* strains. *British J. Nutrition*, 109 (5): 827-833.
- Rodríguez-Figueroa, J. C. González-Córdova, A. F., Astiazaran-García, H., Hernández-Mendoza, A. and Vallejo-Cordoba, B. 2013. Antihypertensive and hypolipidemic effect of milk fermented by specific *Lactococcus lactis* strains. *J. Dairy Sci.*, 96: 4094-4099.

INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS SELECCIONADOS

LCMS 2020 HPLC SHIMADZU (UFLC 20AD)
ESPECTROFOTÓMETRO UV-1800, SHIMADZU
ULTRA-CENTRÍFUGA BECKMAN COULTER
LIOFILIZADOR LABCONCO
CÁMARA DE ANAEROBIOISIS
MILKTECH ULTRASOUND ANALYZER
SISTEMA DE RACKS PARA ROEDORES
FERMENTADOR DE LECHE
PLANTA PILOTO DE LÁCTEOS
BIORREACTOR APPLIKONO
CAMPANAS DE FLUJO LAMINAR
ULTRASONIDOS BRANSON
ENVASADORA DE ATMÓFERAS MODIFICADAS RHINO
EMPACADORA AL VACIO PCR TIEMPO REAL FAST 7500 LIFE TECHNOLOGIES
TEXTURÓMETRO
EQUIPO PARA ANÁLISIS SENSORIAL

EQUIPOS MENORES (BAÑOS MARÍA, POTENCIÓMETROS, REFRIGERADORES, CONGELADORES, ETC.)

**097 CUERPO ACADÉMICO
PRODUCCIÓN ANIMAL (UAZ-CAPA-107). EN CONSOLIDACIÓN.**

***Gutiérrez-Bañuelos H., Medina-Flores C. A., Muro-Reyes A., Gutiérrez-Piña F. J.,
Bañuelos-Valenzuela R.**

Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de
Zacatecas. Laboratorio de Metabolismo Animal y Fisiología Ruminal Carretera
Panamericana Zacatecas-Fresnillo km 31.5 Calera de Víctor Rosales, Zac. C. P. 98500.
gtzbahector@hotmail.com *Coordinador del grupo.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Nutrición Animal.

Producción Apícola en Zonas Áridas.

Línea de Nutrición Animal: El cuerpo académico equipó un laboratorio “Laboratorio de Metabolismo Animal y Fisiología Ruminal”, para realizar la mayoría del trabajo de investigación a nivel laboratorio que se requiere. El laboratorio cuenta con equipo para la evaluación bromatológica, donde el nitrógeno es determinado por el método de Dumas (Leco Nitrogen Analyzer), siendo más rápido (3min por muestra) y generando menos contaminantes, además se cuenta con el equipo Ankom Fiber Analysis²⁰⁰ para la determinación de fibras detergentes neutras y ácidas. Se tienen incubadoras Binder ® para cultivos microbianos. Así mismo, se tiene un equipo de extracción de aceites esenciales de las plantas. También se tiene un cromatógrafo de gases y columnas para la determinación de AGVs, ácido láctico y se cuenta con otro equipo y columnas para la cuantificación de CH₄, H₂, y CO₂, aunque de éste último no se ha establecido la metodología. Se tienen jarras Ankom para la medición de degradabilidad y producción de gas in vitro y evaluación de la cinética de degradabilidad ruminal. También se cuenta en el laboratorio con equipo para la evaluación de la calidad de la leche. Un equipo Milcoscope que determina en 3 min el perfil nutricional de la leche incluyendo grasa, proteína, sólidos no grasos, caseína, etc. Así mismo, se tiene un aparato para la determinación de células somáticas. Se tiene un programa fuerte de extensionismo brindando asesorías a productores de la región.

Línea de Producción Apícola en Zonas Áridas: Se tiene con equipo completo para la cosecha y el establecimiento de los diferentes productos de las abejas (miel, jalea real, propóleo, cera) y se tienen establecidas en el laboratorio las técnicas de diagnóstico para las principales enfermedades de las abejas. Además se cuenta con un programa de extensión hacia los productores apícolas.

El CA tiene más de 50 direcciones individualizadas para la obtención de grados a nivel Licenciatura, Especialidad, Maestría y Doctorado. Además, tiene más de 35 productos donde se incluyen artículos en revistas indizadas, arbitradas, memorias en extenso y folletos técnicos.

ANÁLISIS FODA.

Fortalezas. El CA cuenta con 5 integrantes, todos con grado de doctor y perfil Promep, 3 miembros del SNI (un investigador nivel 1, y dos candidatos). El CA tiene establecidos convenios de colaboración a nivel regional, nacional e internacional, además de contar con productos como artículos en revistas indizadas, arbitradas, folletos técnicos, libros, y tiene proyectos financiados. El cuerpo académico se ha centrado en establecer estrategias de manejo zootécnico y sobre todo en el área nutricional en los sistemas de producción animal, tratando de mejorar los parámetros productivos, pero también ha establecido como meta determinar la calidad de los productos agropecuarios obtenidos (carne, leche, miel, etc.). Se tienen establecidos proyectos de evaluación de ingredientes no convencionales o muy regionalizados, ya sea subproductos agroindustriales o la evaluación de arbustivas, cactáceas, pastos nativos o introducidos de los agostaderos de la región. Así mismo se cuenta con proyectos para la evaluación de metabolitos de las plantas y sus posibles usos en la producción animal.

Oportunidades. El presente grupo de investigación presenta la oportunidad de establecerse en redes de investigación y mejorar la calidad de los productos obtenidos. Además, incrementar los estudiantes de posgrado mediante convenios de investigación con programas de posgrado ajenos a nuestra institución.

Debilidades. Sólo se cuenta con un investigador especializado y con estudios de posgrado en el área de apicultura. No obstante todos tenemos grado de Dr, faltan dos miembros para ingresar al SNI.

Amenazas. La amenaza es no poder consolidar las líneas de investigación por carecer de políticas institucionales y gubernamentales para la obtención de recursos económicos y financiar proyectos de investigación.

INTEGRANTES

Héctor Gutiérrez Bañuelos. Licenciatura Medicina Veterinaria y Zootecnia, por la Universidad Autónoma de Zacatecas, 1995-2000. Maestría en Ciencias. Área mayor Nutrición Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2001-2003. Doctorado en Ciencia Animal (Ph. D. Animal Science). Universidad de Texas A&M, Texas, EUA. 2005-2008. Especialidad en Nutrición de Rumiantes (Ruminant Nutrition). Universidad de Texas A&M, Texas, EUA. 2006-2007. Especialidad en Tecnologías de Información Aplicadas a la educación. Universidad Autónoma de Zacatecas. 2009-2010. LGAC. Líder de la línea de Nutrición Animal y participante de la LGAC Producción Apícola en Zonas Áridas. SNI nivel 1, Perfil Promep. 2009- . Mi interés es la investigación en la eficiencia energética en rumiantes, ya sea mediante estrategias de nutrición y alimentación, tanto en confinamiento (estudio de ingredientes) como en extensivo (estudios de plantas nativas o introducidas en agostaderos, o cultivos de corte), o mediante la evaluación metabólica de los animales, incluyendo conceptos como el RFI, o mediciones in vitro de la eficiencia ruminal.

Carlos Aurelio Medina Flores. Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, por la Universidad Autónoma de Zacatecas, 2000. Maestría en Ciencias en Producción Animal

Tropical: Opción Apicultura Tropical, Universidad Autónoma de Yucatán, 2004. Doctorado en Ciencias Pecuarias por la Universidad Autónoma de Zacatecas, 2011. Estancia doctoral en la universidad de Guelph en Ontario Canadá. Profesor-investigador de la Unidad Académica Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAZ. Integrante del Cuerpo Académico en Producción Animal, creador de la línea de investigación: Producción Apícola de Zonas Áridas y participante en la LGAC: nutrición animal. Reconocimiento Perfil deseable PROMEP. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores: Candidato Investigador Nacional.

Alberto Muro Reyes. Estudios de licenciatura y maestría en la UAMVZ de la UAZ durante 1995-2003. Estudios de doctorado en Producción Animal en la UACH de 2004-2007. Estancia de investigación el Instituto de Nutrición Animal de la Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania (01.09.11-28.2.12). Estancia posdoctoral en la Universidad de Medicina Veterinaria en Viena, Austria (2011-2012).

Francisco Javier Gutiérrez Piña. Licenciatura 1997 – 2002 Facultad de Veterinaria de la Autónoma de Zacatecas. Especialidad 2003 – 2004 Facultad de Veterinaria Universidad Nacional Autónoma de México. Maestría 2005 – 2007 Facultad de Zootecnia de la Autónoma de Chihuahua (Becado por PROMEP). Doctorado 2008- 2011 Facultad de Ciencias Biológicas de la Autónoma de Nuevo León (Becado por PROMEP). Soy docente investigador de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria de la Autónoma de Zacatecas, las líneas de investigación a las que me dedico son producción y calidad de la leche, así como del producto carne, mismas áreas que me han permitido la publicación de diferentes artículos tanto nacionales como internacionales, así como la aprobación en 2012 de un proyecto del entonces programa PROMEP, esto con el objetivo de la compra de equipo para determinar calidad de la leche y células somáticas, respecto a la docencia imparto la materia de “Medicina y Producción de Bovinos Productores de Leche” a nivel licenciatura y la materia de “Producción Avanzada de Leche y Carne” a nivel Posgrado.

Rómulo Bañuelos Valenzuela. Doctorado en la Universidad de Colima. Perfil PROMEP. Desarrolla las líneas de Nutrición Animal y participa en la de Producción Apícola en Zonas Áridas.

**098 CUERPO ACADÉMICO
RECURSOS NATURALES Y ECOLOGÍA (UACHIH-CA-16).
EN CONSOLIDACIÓN.**

Leonor Cortes, Alicia Melgoza Castillo*, Carlos Morales, Carmelo Pinedo, Marusia Rentería, Rey Quintana y Cristina Vélez

Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada Km. 1, Col. Zootecnia, Chihuahua, Chih. 31453. Tel: (614) 434-0304, Fax (614) 434-0345. Email: amelgoza@uach.mx * Coordinador del grupo.

Nuestra calidad de vida se basa directa o indirectamente en los recursos naturales. La actual huella ecológica, o sea cuanto espacio requerimos para obtener los productos y servicios que consumimos diariamente, así como absorber o incorporar nuestros desechos, lo cual es muy variable entre países y sociedades; aunque generalmente rebasa la superficie del planeta. Satisfacer las necesidades crecientes de la población y mitigar los efectos de la industria de la transformación requieren de la evaluación, monitoreo y manejo de los recursos naturales, análisis del impacto ambiental y restauración.

LÍNEAS DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS

1. Evaluación y Monitoreo de Recursos Naturales. Desarrolla, valida y aplica técnicas para caracterizar, monitorear y evaluar componentes o atributos en ecosistemas para generar bases de datos que apoyen la toma de decisiones así como el desarrollo de modelos que soporten la conservación y el manejo sustentable de los recursos naturales, especialmente ante cambio climático.
2. Manejo y Mejoramiento de Pastizales. Investiga técnicas y procedimientos aplicados a sistemas de utilización de ecosistemas de tierras de pastoreo para promover el mejoramiento y conservación del suelo, agua y cubierta vegetal, tendiente a mantener su productividad y servicios ambientales.
3. Problemática y soluciones ambientales. Analiza los impactos ambientales asociados a contaminación y deterioro por diversos factores y propone tecnologías de mitigación y/o corrección con base en la legislación y principios ecológicos.

ANÁLISIS FODA

Fortalezas	Debilidades
De los 7 miembros 6 poseen el grado de doctorado.	Alta carga académica de cada miembro.
Los miembros con experiencia académica y de investigación mínima de 15 años.	Fortalecer áreas específicas en: suelo, química ambiental, SIG, OET, cuencas hidrológicas.
Todos los miembros con reconocimiento PROMEP	
Alta demanda estudiantil sobre las LGAC del CA16.	

Se cuenta con infraestructura de 4 laboratorios y 3 ranchos que apoyan las LGAC del CA 16.	
Alta capacidad de gestión de proyectos de investigación y servicios en el sector público y privado.	
Publicación de artículos indexados de 3 al año, así como 30 publicaciones diversas (libros, capítulos, artículos arbitrados, divulgación, entre otros) en los últimos 3 años.	
Alta capacidad de vinculación y transferencia tecnológica con sector productivo y privado.	
Redes de colaboración con instituciones nacionales e internacionales.	

INTEGRANTES

Leonor Cortés Palacios. Estudios: Licenciatura en Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Chihuahua. Maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental (Transporte de contaminantes en aire) en el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV). Doctorado en Ciencias (Ciencia y Tecnología Ambiental) en CIMAV. Experiencia laboral: desde el 2010 es académico de tiempo completo en la UACH. Cursos que imparte: Licenciatura: Evaluación de Impacto Ambiental, Análisis de riesgo. Maestría: Técnicas de Laboratorio y Campo, Físicoquímica aplicada a Recursos Naturales, Monitoreo de Recursos Naturales. Reconocimientos: Perfil Promep.

Alicia Melgoza Castillo. Estudios: Licenciatura en Biología en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Maestría en Ciencias (Manejo de Pastizales) en Arizona State University. Doctorado en Ciencias (Ecología de Pastizales) en New Mexico State University. Experiencia laboral: Del 1978 a 2007 trabajo en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Del 2007 a la fecha académico de tiempo completo en la UACH. Cursos que imparte: Licenciatura: Formación Ecológica, Ecología Vegetal, Ecología Cuantitativa. Maestría: Ecofisiología Vegetal, Ecología de Pastizales, Manejo Sustentable de Recursos Naturales. Doctorado: Fisiología Vegetal Avanzada, Tópicos Especiales. Reconocimientos: Perfil Promep, SNI (candidato y nivel 1) del 1990 al 2010, Premio Nacional a la Investigación Pecuaria.

Carlos Raúl Morales Nieto, Licenciatura Ingeniero Zootecnista en la Facultad de Zootecnia-UACH. Maestría en Ciencias (Tecnología de semillas) en Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Doctorado en Ciencias (Genética) en el Colegio de Postgraduados. Experiencia laboral: Investigador en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de 1982 al 2012. Académico de tiempo completo en la UACH del 2012 a la fecha. Cursos que imparte: Manejo de Pastizales, Seminario de Investigación, Manejo de Ecosistemas Pastoriles, Ecología Vegetal

(licenciatura), Manejo Avanzado de Pastizales (maestría), Avances en Manejo de Pastizales (doctorado). Reconocimientos: Perfil Promep, SNI (nivel 1) del 1012 al 2015, Premio Nacional a la Investigación Pecuaria.

Carmelo Pinedo Álvarez. Licenciatura en Ingeniero Zootecnista de la Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Maestría en Manejo de Pastizales y Ecología de la Facultad de Zootecnia, UACH. Doctorado en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales de la Facultad de Zootecnia, UACH. Experiencia laboral: Coordinador del programa de praderas en NESTLE de 1977 a 1978. Académico de tiempo completo en la UACH de 1997 a la fecha. Cursos que imparte: Licenciatura: Cartografía y Percepción Remota, Sistemas de Información Geográfica Percepción Remota. Maestría: Sistemas de Información Geográfica. Doctorado: Geomántica en Recursos Naturales. Reconocimientos: Perfil Promep.

Marusia Rentería Villalobos. Ingeniería Química Industrial, Instituto Tecnológico de Chihuahua. Maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental (Radiactividad Ambiental) en Centro de investigación en Materiales Avanzados. Doctorado en Ciencias y Tecnología Ambiental (Radiactividad Ambiental) en CIMAV. Experiencia laboral: Investigador en CIMAV del 2011 a 2012. Académico de tiempo completo en la UACH del 2012 a la fecha. Cursos que imparte: Licenciatura: Monitoreo de Impacto Ambiental, Manejo de residuos, Química Ambiental II. Maestría: Monitoreo de Impacto Ambiental, Tópicos en Recursos Naturales, Seminario de tesis. Doctorado: Tópicos en Recursos Naturales, Evaluación de Impacto Ambiental y Seminario de tesis. Reconocimientos: Perfil Promep, SNI (nivel 1)

Rey Manuel Quintana Martínez. Estudios: Licenciatura en Ingeniero Zootecnista, UACH Maestría en Ciencias (Producción Animal) en UACH. Experiencia laboral: Académico de tiempo completo en la UACH de 1984 a la fecha. Cursos que imparte: Licenciatura: Manejo de Cuencas Hidrológicas, Ecología de Aguas Continentales, Geomorfología, Hidráulica, Conservación del suelo. Reconocimientos: Perfil Promep.

Cristina Elisabeth Vélez Sánchez Verín. Licenciatura Ingeniero Químico Bromatólogo en la Facultad de Ciencias Químicas, UACH. Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Madrid, Posdoctorado en Ciencias Ambientales en CIMAV. Cursos que imparte: Licenciatura: Química ambiental, Bioquímica. Maestría: Seminario Departamental. Experiencia laboral: Desde el 1987, Académico de tiempo completo. Reconocimientos: Perfil Promep, SNI (Candidato 1992 a 1996).

PUBLICACIONES.

Morales-Nieto, C. R., C. Avendaño-Arrazate, A. Melgoza-Castillo, M. Martínez-Salvador y P. Jurado-Guerra. 2014. Caracterización morfológica y molecular de poblaciones de zacate temprano (*Setaria macrostachya* Kunth) en Chihuahua, México. ΦΥΤΟΝ (en prensa).

Rentería V., M., L. Ramírez M., N. Aguilar P., H. Rubio A., C. Pinedo A. y C. Vélez S. V. 2014. Remoción de plomo en solución acuosa por la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*). Rev. Inv. Cien. de la UAA (en prensa).

Melgoza C., A., M. I. Balandrán V., R. Mata-González, C. Pinedo A. 2014. Biología del pasto rosado *Melinis repens* (willd.) e implicaciones para su aprovechamiento o control. Revisión. Rev. Mex. Cien. Pecu. (en prensa).

Cortes, L. I. Dominguez, T. Lebgue, O. Viramontes, A. Melgoza, C. Pinedo y J. Camarillo. 2014. Variation in the distribution of four cacti species due to climate change in Chihuahua, Mexico. Int. J. Environ. Res. Pub. Health 11:390-402.

Morales-Nieto, C. R., O. Rivero-Hernández, A. Melgoza-Castillo, P. Jurado-Guerra y M. Martínez-Salvador. 2013. Caracterización morfológica y molecular de *Leptochloa dubia* (Poaceae) en Chihuahua, México. Plibotanica 36:13-28.

Munson, S. M., E. H. Muldavin, J. Belnap, D. P. Peters, J. P. Anderson, M. H. Reiser, K. Gallo, A. Melgoza-Castillo, J. H. Herrick, T. A. Chistiansen. 2013. Regional signatures of plant response to drought and elevated temperature across a desert ecosystem. Ecol. 94:2030-2041.

Ortega, J. A., F. A. Ibarra-Flores, A. Melgoza, E. A. Gonzalez-Valenzuela, M. H. Martin-Rivera, J. M. Avila-Curiel, F. Ayala-Alvares, C. Pinedo y O. Rivero. 2013. Exotic grasses and wildlife in Northern Mexico. Wild. Soc. Bull. 37:537-545.

Cabral-Lares, M., A. Melgoza, M. E. Montero-Cabrera y M. Renteria- Villalobos. 2013. Thorium isotopes in colloidal fraction of water from San Marcos Dam, Chihuahua, Mexico. AIP Conf. Proc. 1544: 25-30; doi: 10.1063/1.4813456

Espinoza P., J. R., S. E. Lujan, G. H. Aranda, R. M. Quintana M., R. A. Soto C., C. Holguin y C. Pinedo A. 2012. Producción de leche ecológica bajo un modelo sustentable en el Norte de México. Revista Ra Ximhai 8:105-110.

Rubio-Arias, H., M. Contreras-Caraveo, R. Saucedo-Terán, R., R. M. Quintana y A. Pinales-Munguia. 2013. Physical-chemical-microbiological contamination of water from the Luis L. León Dam in Mexico. J. Res. Environ. Sci. Tox. 2:110-120.

Jurado-Guerra, P., H. Domínguez-Caraveo, A. Melgoza-Castillo y C. Morales-Nieto. 2012. Emergencia y crecimiento del zacate banderilla [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] con biosólidos en condiciones de sequía. Tecnociencia Chihuahua 6:33-43.

Cortés P., L., V. H. Collins M., A. Díaz D. y A. López O. 2012. A New mechanism of sodium zirconate formation. Chem. Mat. Res. 2:31-40.

Luna-Porres, M. Y., M. A. Rodríguez-Villa, E. F. Herrera-Peraza, M. Renteria-Villalobos y M. E. Montero-Cabrera. 2014. Potential Human Health Risk by Metal(loid)s, ^{234,238}U and ²¹⁰Po due to Consumption of Fish from the “Luis L. Leon” Reservoir (Northern México). Int. J. Environ. Res. Public Health 11: 6612-6638

Renteria-Villalobos, M., M. Reyes C., J. Mantero, G. Manjon, R. Garcia-Tenorio, E. Herrera, and M. E. Montero-Cabrera. 2012. Uranium in the Surrounding of San Marcos-Sacramento River Environment (Chihuahua, Mexico). Sci. World J. ID 616430, 13 pags. doi:10.1100/2012/616430.

Luna P., L., G. Manjon C., I. Diaz, M. Renteria y M. E. Montero C. 2012. Determination of uranium and polonium in *Sparus aurata* by alpha spectrometry. Rev. Mex. Fís. 58:224–227.

Morales N., C. R., A Melgoza, P Jurado, M Martínez, C. H. Avendaño. 2012. Caracterización fenotípica y molecular de poblaciones de zacate punta blanca (*Digitaria californica* (Benth.) Henr.). Rev. Mex. Cienc. Pecu. 3:171-184.

**099 CUERPO ACADÉMICO
PRODUCCIÓN ANIMAL (UASLP-CA-227).
EN FORMACION**

**Marco Antonio Rivas Jacobo*, Camelia Alejandra Herrera Corredor, Héctor Aarón
Lee Rangel, Anabel Romero Dávila.**

Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Carretera San Luis Potosí-Matehuala Km 14.5, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de
Graciano Sánchez, San Luis Potosí. C.P. 78321. Tel. 014448524056 al 60, Ext. 1125.
E-mail: marco.rivas@uaslp.mx * Coordinador del grupo.

LÍNEAS DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS.

Sistemas de producción en rumiantes y forrajes.

ANALISIS FODA

Fortalezas:

- Todo el grupo de investigadores con grado de doctor
- 50% de los integrantes pertenecen al SNI
- El 75% de los investigadores tienen perfil PROMEP
- Todos los integrantes son del área de Producción Animal y Veterinaria
- Todos los integrantes son profesores investigadores de tiempo completo
- Todos los integrantes tienen alumnos tesis de licenciatura y maestría.
- El cuerpo académico dentro de la institución tiene áreas productivas e infraestructura asignadas a sus integrantes donde se puede desarrollar investigación.

Oportunidades:

- El Cuerpo Académico se ubica en una institución que demanda alta productividad
- La institución del Cuerpo Académico se ubica en un área con mucha demanda de investigación.
- El programa de PROMEP de la SEP otorga apoyos a cuerpos académicos registrados y con buena dinámica en investigación, extensión y productividad.
- La institución donde se ubica el cuerpo académico tiene un programa de maestría joven y uno de doctorado de reciente creación.

Debilidades

- Falta de recursos para mejorar las áreas de investigación y comprar equipos nuevos o mejorar los existentes.
- Falta de equipo especializado del área nutrición, reproducción y forrajes.
- Falta de laboratorios específicos para el área de reproducción y forrajes.
- No pertenecer a ninguna Red de Investigación.
- Pocos proyectos aprobados por fuentes de financiamiento.

Amenazas

- Que desaparezca el PROMEP.

- Que se asignen pocos recursos a las fuentes de financiamiento para proyectos de investigación.
- Que cambie el rumbo de apoyo a proyectos de investigación por las Fundaciones Produce.
- Convocatorias más cerradas y dirigidas de instituciones de apoyo a proyectos de investigación.

INTEGRANTES

Marco Antonio Rivas Jacobo. Doctor en ciencias. Recursos Genéticos y Productividad-Producción de Semillas. Colegio de Posgraduados. Maestro en Ciencias. Programa de Ganadería-IREGEP. Orientación Producción de Forrajes. Colegio de Posgraduados. EXPERIENCIA PROFESIONAL: Profesor Investigador de tiempo completo. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Unidad Académica de Ingeniería Agrohidráulica. Programa de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. 2002-2005. Subdirector de Investigación y Transferencia de Tecnología. SAGARPA-Dirección General de Vinculación y Desarrollo Tecnológico. 2008-2010.

Camelia Alejandra Herrera Corredor. DOCTORA EN CIENCIAS: Colegio de Postgraduados / Instituto de Recursos Genéticos y Productividad / Programa de Ganadería. Fisiología de la Reproducción. MAESTRIA: Maestro en Ciencias en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo / Departamento de Zootecnia. Orientación en Reproducción. EXPERIENCIA PROFESIONAL: Profesor Investigador de tiempo completo. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Unidad Académica de Ingeniería Agrohidráulica. Programa de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. 2001-2003. Académico de Carrera de Medio tiempo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Agrobiología. Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2009-2011.

Anabel Romero Dávila. Licenciatura en medicina veterinaria y zootecnia. Doctorado y Maestría en ciencias agropecuarias y recursos naturales. Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UASLP, impartiendo las materias de genética y mejoramiento genético a nivel licenciatura y posgrado. Nombramiento de Investigador Asociado C del 1 de noviembre de 2008 al 31 de marzo de 2011, adscrito al Centro Nacional de Investigación disciplinaria en Fisiología y mejoramiento animal, ubicado en Ajuchitlán, Querétaro, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). **Colaboración en proyectos de investigación.** Desarrollo de grasas protegidas de aceite de cártamo, canola y adición de aminoácidos para la alimentación de rumiantes. Reguladores del transporte celular de aminoácidos y su repercusión sobre la activación del blastocisto y la supervivencia embrionaria temprana en hembras porcinas y ovinas. Inmunodetección de la expresión tisular de las proteínas LDLR, SR-B1, STAR, P450scc y β 3HSD en el cuerpo lúteo de la cabra durante el ciclo estral.

Héctor Aarón Lee Rangel. Doctorado. Colegio de Postgraduados. Doctorado en Ganadería con especialidad en Nutrición de Rumiantes. 2008- 2011.

PUBLICACIONES

Cortez-Romero, C., C.A. Herrera-Corredor, J. Gallegos-Sánchez y J. Salazar-Ortiz. 2011. Manual sobre fisiología de la reproducción, inseminación artificial y ultrasonografía en ovinos. 1ª Edición. Fundación Grupo PRODUCE, Colegio de Postgraduados. 71 p. ISBN: 978-607-715-024-4.

Morales-Terán, G., C.A. Herrera-Corredor, P. Pérez-Hernández, J. Salazar-Ortiz y J. Gallegos Sánchez. 2011. Influence of restricted suckling and the male effect on the resumption of postpartum ovarian activity in Pelibuey Sheep. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 13:493-500.

Sánchez-Trocino M. Mendoza G.D. Gual-Sill F. Plata F. X. Martínez J. A. Lee H. and Crosby M. M. 2013. The effect of *Muhlenbergia macroura* dietary level on intake, digestibility and weight changes in volcano rabbit (*Romerolagus diazi*). *J. App. Anim. Research* DOI:10.1080/09712119.2012.739087

Arredondo-Ruiz V., Macedo-Barragán R., Molina-Cárdenas, Magaña-Álvarez J., Prado-Rebolledo O., García-Márquez L., Herrera-Corredor A., and Lee-Rangel H. 2012. Morphological characterization of Pelibuey sheep in Colima, México. *Trop. Anim. Health Prod.* DOI 10.1007/s11250-012-0303-1.

Lee-Rangel H. A., Mendoza, G. D. and González, S.S. 2012. Effect of calcium propionate and sorghum level on lamb performance. *Animal Feed Science and Technology* 177: 237– 241.

Mota, N., G.D. Mendoza, F.X. Plata, J.A. Martínez, H. Lee, R. Rojo and M.M. Crosby. 2011. Effect of exogenous glucoamylase enzymes and reduction of grain level on lamb performance. *J. App. Anim. Research*, 39,2: 129-131.

P.A. Hernández, G.D. Mendoza, J.R. Bárcena, F.X. Plata, J.A. Martínez and H.A. Lee. 2011. Effect of exogenous fibrolytic enzyme and slow release urea in finishing rations for lambs. *J. App. Anim. Research*, 39:2, 104-107.

Rodríguez, A., L., C. Mendoza, M., G., D. Mota, S., N. Osorio, T., A., I. Lee, R., H. y Hernández, G., P., A. 2011. Efecto del selenio y cromo orgánico sobre el comportamiento de ovinos en finalización: Nota técnica. *Revista Científica, FCV-LUZ*, Vol. XXI, No. 2, 152-155.

Lee-Rangel H.A., J.M. Pinos-Rodríguez, G.D. Mendoza, S.S. González, M.A. Montes, A.S. Trejo, Y. Jasso-Pineda. 2010. Effect of a ruminal buffer and exogenous amylolytic enzymes on growth and digestion in lambs fed high concentrate diets. *J. Appl. Anim. Res.* 37: 117-120.

Mendoza, M. G. D., Plata P. F. X., Ramírez M. M., Mejía D. M. A., Lee R. H. A., Bárcena G. R. 2007. Evaluación de alimentos integrales para el engorde de intensivo de ovinos. *Revista Científica, FCV-LUZ*, Vol. XVII, No. 1, 66-72.

Lee-Rangel, H. A., Mendoza, G. D., Pinos-Rodríguez, J. M., Bárcena, R. Plata, F. Ricalde, R. 2006. Effect of an exogenous glucoamilase during different periods of time of performance of lambs fed sorghum based diets. J. Appl. Anim. Res. 29: 141-144.

PROYECTO DE INVESTIGACION.

Balance energético en la reproducción de cabras alpinas antes y después del parto.
Apoyado por la Convocatoria 2013 de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos. PROMEP-SEP. Por la cantidad de \$241,600.00. Integrantes del Cuerpo Académico: Marco Antonio Rivas Jacobo (Líder del Cuerpo Académico), Camelia Alejandra Herrera Corredor y Héctor Aarón Lee Rangel.

**100 CUERPO ACADÉMICO
INNOVACIÓN AGROBIOTECNOLÓGICA. EN FORMACION.**

**Pedro Zetina Córdoba*, Teresita de Jesús Ariza Ortega, Lorena Fernández López
Miguel Vicente Tecó Jácome**

Universidad Politécnica de Huatusco Avenida 1, No. 728, Col. Centro, Huatusco,
Veracruz. Tel: 01 273 73 4 39 87. prof-agroindustrial@uphuatusco.edu.mx

*Coordinador del grupo.

LÍNEAS DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS.

Aprovechamiento biotecnológico de subproductos agroindustriales.

Biotecnología Pecuaria.

ANÁLISIS FODA

<i>Fortalezas</i>	<i>Debilidades</i>
<ul style="list-style-type: none">• Los integrantes del CAEF participan en los programas educativos Ing. Agroindustrial e Ing. en Biotecnología, con gran disposición para trabajos de investigación multidisciplinaria.• Es una plantilla joven con gran productividad científica actual y alto potencial de crecimiento.• Se tiene experiencia en investigación en el área de Biotecnología Pecuaria, fortaleciendo los programas educativos.• Por tercer año consecutivo, se organiza "Reunión Científica de Biotecnología y Agroindustrial", con enfoque regional• Se tiene apoyo institucional para el desarrollo de investigación.	<ul style="list-style-type: none">• Es una institución de reciente creación (2008)• No existe la opción de titulación por tesis.• No hay acceso a bases de datos científicas. Instalaciones inadecuadas y equipo científico insuficiente para las actividades de investigación.• Financiamiento institucional para investigación es insuficiente.
<i>Oportunidades</i>	<i>Amenazas</i>
<ul style="list-style-type: none">• Convenios de colaboración con instituciones de educación superior nacionales e internacionales.• Creación de redes de investigación con CA afines.• Un panorama amplio para la investigación en Biotecnología Pecuaria.• Realización de año sabático y estancias de investigación en instituciones afines a la Biotecnología Pecuaria.• Participación interdisciplinaria en convocatorias de investigación aplicada y desarrollo tecnológico.	<ul style="list-style-type: none">• Falta de políticas estatales para investigación.• El subsistema educativo en el Estado no está interesado la investigación.• Negativa de instituciones de colaboración interdisciplinaria.

INTEGRANTES

Pedro Zetina Córdoba. Doctor en Ciencias en Ganadería (2010) Colegio de Postgraduados. Maestría en Ciencias en Agroecosistemas Tropicales (2001). Colegio de Postgraduados. Ingeniero Agrónomo Zootecnista (1994) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Experiencia profesional: Universidad Politécnica de Huatusco. Profesor Tiempo Completo. Adscripción actual. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Unidad Académica de Ingeniería Agrohidráulica. Profesor Tiempo Completo. Unión de Crédito Mixta Plan Puebla, S.A. de C.V. Asesor Técnico Financiero.

Claudia Lorena Fernández López. Doctora en Ciencias. Área de Biotecnología y fermentaciones. 2011. UNIDA. Instituto Tecnológico de Veracruz. Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica. 2002. Instituto Tecnológico de Veracruz. Licenciatura en Ingeniería Bioquímica. 1998. Instituto Tecnológico de Veracruz.

Teresita de Jesús Ariza Ortega. Doctora en Ciencias Bioprocesos (2014) IPN – Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología. Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica (2009). Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Ingeniera en Alimentos (2006) IPN –UPIBI. Experiencia profesional: Universidad Politécnica de Huatusco, Pofesor de Tiempo Completo, adscripción actual. Instituto Politécnico Nacional, docente de Bioingeniería.

Miguel V. Teco Jácome. Maestro en Ciencias en Ingeniería Química (2009) Instituto Tecnológico de Orizaba. Ingeniero Químico (2007) Universidad Veracruzana. Experiencia profesional: Universidad Politécnica de Huatusco. Profesor Tiempo Completo. Adscripción actual. Huatusco, Veracruz.

PUBLICACIONES

Aceves OJ, Ortega CME, Mendoza MG, Herrera HJ, Zetina CP, Bárcena GR. 2014. Nutritional evaluation of wheat straw upgraded by *Pleurotus ostreatus* in growing lambs. *Animal Nutrition and Feed Technology*. (Aceptado)

Ariza OTJ, Berber AGE, Ramírez SMG, Yáñez FJ. 2013. Methanolic extracts antioxidant and antimicrobial activities from five varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *International J. Engineering Res. Technol.* 2(11): 3196-3201.

Ariza OTJ, Oliver SMC, Ramírez SMG, Valencia TG, Salas BCE, Capettini L, Yáñez FJ. Obtaining of antioxidant peptides from protein concentrate of three bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.). En revisión: *Advances in Bioresearch*.

Ariza OTJ, Yáñez FJ. 2012. Antimicrobial activity of thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil against *Listeria monocytogenes* Scott A. En: *Food Science and Food Biotechnology Essentials: A Contemporary Perspective*. AMECA, México.

Ariza OTJ, Zenón BEY, Castrejón FJL, Yáñez FJ, Gómez GYM, Oliver SMC. 2014. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory, antimicrobial and antioxidant effect of

bioactive peptides obtained from different varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) with in vivo antihypertensive activity in spontaneously hypertensive rats. *European Food Research and Technology*, DOI: 10.1007/s00217-014-2271-3.

Fernández LCL, Torrestiana SB, Salgado CMA, García PG, Aguilar UMG. 2012. Use of sugarcane molasses "B" as an alternative for ethanol production with wild-type yeast *Saccharomyces cerevisiae* ITV-01 at high sugar concentrations. *Bioprocess and Biosystems Engineering*. 35(4):605-14.

Fernández LCLorena, Beaufort S, Brandam C, Taillandier P. Interactions between *Kluyveromyces marxianus* and *Saccharomyces cerevisiae* in tequila must type medium fermentation. *Journal of Microbiology and Biotechnology*. En revision.

Purroy VR, Debernardi VTJ, Teco JVM, Domínguez MMA, Zetina CP. Control de parásitos gastrointestinales empleando harina de cocuite en la dieta de ovejas pelibuey (AMIDIQ 2013).

Totosaus A, Ariza OTJ, Pérez CML. 2013. Lactic acid bacteria microencapsulation in sodium alginate and other gelling hydrocolloids mixtures. *J. Food Nut. Res.* 52(2):107.
Vilaboa AJ, Díaz RP, Wingching JR, Zetina CP. 2013. Percepción, conocimiento y uso de las razas Criollas Lecheras Tropicales (CLT) Países de Latinoamérica. *Revista Científica*. 23(4):300-311

Vilaboa AJ, Quirós MOJ, Díaz RP, Wingching JR, Brower KN, Zetina CP. 2012. Los sistemas ganaderos con criollo lechero tropical (Reyna) en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*. 23(1):167-178.

Vilaboa AJ, Quirós MOJ, Díaz RP, Zetina CP. 2012. Situación del bovino criollo lechero tropical (CLT) en México, Nicaragua y Costa Rica. *Archivos de Zootecnia* 61(R):31-39.

Zamora VR, Montañez SJL, Martínez FHE, Flores MR, Venegas GJ, Ariza-Ortega TJ. 2012. Effect of incorporating prebiotics in coating materials for the microencapsulation of *Saccharomyces boulardii*. *International J. Food Sci. Nut.* 63(8):930-935.

Zetina CP, Ortega CME, Sánchez TMT, Herrera HJG, Ortega JE, Reta MJL, Vilaboa AJ. 2012. Reproductive response of ewes fed with Taiwan grass hay (*Pennisetum purpureum* Schum) supplemented with duckweed (*Lemna* sp. and *Spirodela* sp.). *Asian-Austral. J. Anim Sci.* 25(8):1117-1123.

Zetina CP, Ortega CME, Sánchez TMT, Herrera HJG, Ortega JJ, Reta MJL, Vilaboa AJ, Munguía AG. 2013. Changes on intake, digestibility, and ruminal variables in Pelibuey lambs fed Taiwan grass (*Pennisetum purpureum*) with or without duckweed (*Lemna* sp. and *Spirodela* sp.). *Livestock Science* 157(2-3):471-477.

Licona AAI, Evaristo GG, Osorio MA, Sánchez BLA, Teco JMV, Hernández AE. Desarrollo de un programa de cómputo con interfaz gráfica para un laboratorio virtual en destilación, método Ponchon-Savarit (AMIDIQ 2011).

Carrillo J., Teco M.V., Osorio A., Bolaños E. 2010. Construcción de un simulador dinámico para procesos de cristalización por lotes a vacío, CHILE, Información Tecnológica, Scielo 19, ISSN 0718-764



V CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES
I CONGRESO EN CIENCIAS VETERINARIAS Y ZOOTÉCNICAS
“AMADO NERVO”
I REUNÓN RED LATINA DE CIENCIA ANIMAL

EXTEMPORANEOS

**101 RECUPERACIÓN DE ANTICUERPOS POLICLONALES DE YEMA (IGYS)
PRODUCIDOS CONTRA AISLADOS DE *Staphylococcus aureus*
RECOVERY POLYCLONAL EGG ANTIBODIES (IGYS) PRODUCED AGAINST
Staphylococcus aureus ISOLATES**

Carlos Alfredo Carmona-Gasca^{*1}, Fidel Avila Ramos¹, Francisco Escalera Valente¹, Omar Francisco Prado Rebolledo² García Márquez Luís Jorge², Marco Cajero-Juárez³, Juan José Valdez-Alarcón³.

¹Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera a Chapaila. Compostela, Nayarit, México. C.P. 63700. Tel-Fax (52) 327 277 17 18. ²Universidad de Colima, Campus Tecomán Km. 40 Autopista Colima-Manzanillo. Crucero de Tecomán. CP.28100 Tecomán, Colima, México. Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Km. 9.5 carretera Morelia-Zinapécuaro C.P. 58893. La Palma, Tarímabaro, Michoacán, México. carmonagasca@yahoo.com.mx.

RESUMEN

Existe la tendencia del uso de prácticas menos invasiva para la obtención de muestras en los animales de laboratorio. Como una alternativa se han utilizado gallinas, debido a que la sangría puede ser reemplazada por la obtención de anticuerpos a partir de la yema. Por lo que en el presente trabajo evaluó en el modelo gallina la inmunización y recuperación de anticuerpos. Se realizó un esquema de inmunización en gallinas de postura en los días 0, 15, 30 y 45 con 10⁹ UFC con seis aislados de *S. aureus* y una cepa de referencia. Se recuperaron las IgYs en los días de las inoculaciones y hasta el día 60 por el método de purificación SAF-Cloroformo-PEG6000. La pureza de las IgY se confirmó por su migración relativa de en SDS-PAGE. Para la cuantificación de la respuesta inmune se realizó la prueba de ELISA indirecta evaluando diferentes aislados de *S. aureus* como antígeno. Se obtuvo un rango de 4 a 16 mg de proteína/mL de yema de huevo, la pureza de las IgY por SDS-PAGE se confirmó por la migración relativa de dos bandas una de 68 kD y de 30 kD características de las cadenas ligera y pesada respectivamente. La ELISA se estandarizó sensibilizando con el aislado MRI35 obteniéndose títulos finales desde 1:25,600 hasta 1:51,200. La gallina es un modelo biológico para la obtención de títulos altos de anticuerpos policlonaes contra *S. aureus*. La extracción de IgYs a partir de yema es un método no invasivo para obtener anticuerpos policlonaes.

Palabras clave: IgY, ELISA, inmunización

SUMMARY

There is a trend of using less invasive practices for sampling in laboratory animals. Hens are used as an alternative, because the bleeding may be replaced by the antibodies obtained from the yolk. So in this paper was evaluated the hen model the immunization and antibody recovery. An immunization scheme was performed in laying hens on 0, 15, 30 and 45 days with 10⁹ CFU with six *S. aureus* isolates and one reference strain. IgYs

were recovered from the inoculation days until 60th day by the purification method PBS-Chloroform-PEG6000. IgY purity was confirmed by their relative migration in SDS-PAGE. For quantification of immune response indirect ELISA was performed evaluating different isolates of *S. aureus* as antigen. A range of 4 16 mg of protein/mL of egg yolk was obtained; the purity of the IgY by SDS-PAGE confirmed the relative migration of two bands of 68 kD and 30 kD characteristics of the light and heavy chain respectively. ELISA was standardized by sensitizing with MRI35 isolate, titres from 1: 25,600 to 1: 51,200 were obtained. The chicken is a biological model to obtain high polyclonal antibodies to *S. aureus* titres. IgYs extraction from yolk is a non-invasive method to obtain polyclonal antibodies.

Keywords: IgY, ELISA, immunization

INTRODUCCIÓN

La producción de anticuerpos policlonales es una práctica común en la investigación y diagnóstico de enfermedades, para ello se requiere de animales de laboratorio que deben ser sangrados periódicamente. Las normas como la NOM-062-ZOO-1999 sobre las especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio son claras sobre el uso de prácticas menos invasiva para la obtención de muestras. Como una alternativa se han utilizado gallinas, debido a que la sangría puede ser reemplazada por la recolección de huevos. La inmunización y recuperación de anticuerpos IgYs a partir de la yema es un método no invasivo y prolongado de obtención de anticuerpos (Adrizal, Patterson et al. 2011). Además, las gallinas depositan en la yema mayores cantidades de anticuerpos que en las concentraciones séricas de los mamíferos influyendo en el número de animales (Bizhanov and Vyshniauskis 2000; Tini, Jewell et al. 2002). Siendo la IgY el isotipo predominante en la yema un homólogo de la IgG de mamíferos, tiene aplicación potencial en medicina preventiva como inmunidad pasiva, gracias a su especificidad se utilizan en estudios biológicos para la extracción y purificación de compuestos bioactivos o patógenos y en inmunoensayos. Recientemente se han empleado como una herramienta biológica en terapias contra el cáncer y como una herramienta bioquímica para la caracterización de proteínas e inmunohistoquímica (Sunwoo, Wang et al. 2006).

Se han desarrollado anticuerpos policlonales IgY contra antígenos específicos de péptidos y proteínas, de virus, de bacterias (Sunwoo, Wang et al. 2006) entre ellas *S. aureus* (Zhen, Jin et al. 2009) y parásitos (Tini, Jewell et al. 2002). Lo anterior supone que gallina es un modelo biológico en el cual se pueden crear anticuerpos policlonales contra diferentes genotipos de *S. aureus* prevalentes en poblaciones de Tarímbaro, Michoacán y por eso en el presente trabajo se cuantificar la respuesta inmune humoral desarrollada en gallinas indirectamente medida a través de los anticuerpos obtenidos de la yema.

MATERIAL Y MÉTODOS

De una colección previamente obtenida de ubres sanas y ubres con casos de mastitis, se seleccionaron por diversidad genética los aislados MRI3 (t008 ST8), MRI35 (t8275), MRI150 (t4570 ST97), MRI156 (t605 Nuevo ST), MRI166 (t267 ST352) MRI171 (t267 ST352) y la cepa de referencia NCTC8325 (t211, ST8). Cada una de las clonas

mencionadas, fue crecida en infusión cerebro corazón a 37°C por 12 hr, los cultivos se centrifugaron a 5,000 rpm durante 5 min decantando el sobrenadante y se realizaron dos lavados agregando 10 mL de solución amortiguada de fosfatos (SAF), homogenizando suavemente y centrifugando nuevamente a 5,000 rpm durante 5 min. Se utilizaron siete gallinas raza Rhode Island Red en postura, una por cada clona fueron inoculadas con 10⁹ UFC por vía subcutánea (0, 15 y 30 días) ajustando el volumen a 0.5 mL preparando una emulsión con un volumen de 0.5 ml de adyuvante completo de Freund para la primera inmunización y de 0.5 mL de adyuvante incompleto de Freund en la segunda y tercera inmunizaciones. La recolección de huevos se realizó periódicamente antes y después de cada inmunización manteniéndolos a 4°C hasta su uso (Gatica, Slebe et al. 2004). El volumen se llevó a 25 ml con SAF, se adicionaron 20 ml de cloroformo y se centrifugó a 1,200 xg/ 30 minutos, el sobrenadante se decantó en otro tubo de y se añadió polietilenglicol 6000 (PEG 6,000) a una concentración final de 12% (p/v). Después se centrifugó a 15,700 xg durante 10 minutos, el sedimento se resuspendió en 2 mL SAF fueron desalinizadas por cromatografía por exclusión molecular, las muestras fueron almacenadas a -20 °C (Camenisch, Tini et al. 1999).

Las placas de ELISA fueron sensibilizadas con 20x10⁶ bacterias/ml del aislado MRI35 incubadas a 37 °C. Se realizaron lavados con la solución de lavado (SAF con 0.05% (v/v) de Tween 20), para bloquear con de leche descremada. Los sueros de las gallinas fueron diluidos a partir de 1:100 hasta 1: 102,400 en solución de incubación (SAF con leche descremada al 3%) agregando 50 µl a cada pozo e incubando durante 1 hora a 37°C. Como conjugado se utilizaron anti-IgY producidos en conejo marcados con fosfatasa alcalina en una dilución 1:2,000 para ser reveladas con Nitrofenil fosfato.

RESULTADOS

Se obtuvo un rango de 4 a 16 mg de proteína/ml de yema de huevo siendo determinada por el método de Bradford, la pureza de las IgY, se confirmó por su migración relativa de 70 kDa y 25kDa para la cadena pesada y cadena ligera respectivamente en gel de poliacrilamida (SDS-PAGE) al 10% utilizando 35 µg de proteína total por pozo (Figura 1).

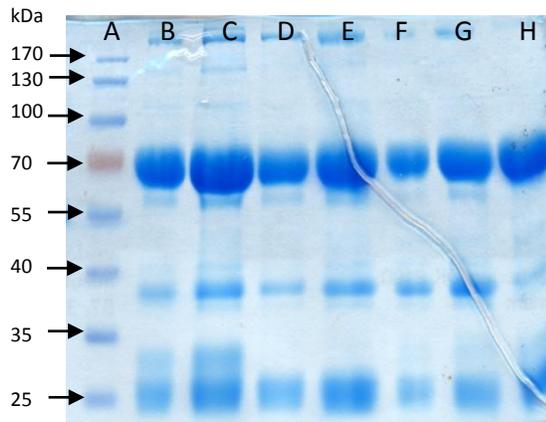


Figura 1. Electroforesis en gel desnaturalizante (SDS-PAGE) al 10% de las IgYs anti-*S. aureus* teñidas con Coomassie (35 µg/canal). A) indica el marcador de peso molecular en kiloDaltones (kDa): B)anti-MRI3; C)anti-MRI35; D)anti-MRI150; E)anti-MRI156; F)anti-MRI166; G)anti-MRI171 y H) NCTC8325. Las bandas que se encuentran cercanas a los 70 kDa corresponden a la cadena Pesada (HC) y la banda ubicada por debajo de los 40 kDa corresponde a la cadena ligera (LC).

Después de cuantificar proteína y de evaluar la integridad de las IgYs, se estandarizó la prueba de ELISA para titular los extractos de IgYs, realizando el escrutinio de diferentes

aislados y cepas de referencia siendo MRI35 el aislado de *S. aureus* que menor dispersión de datos presentaba en las pruebas de ELISA. El método mostró producción de anticuerpos contra *S. aureus* 15 días después de la segunda inmunización; alcanzando la máxima concentración 15 días después del tercer refuerzo obteniendo títulos finales desde 1:25,600 hasta 1:52,200 (Figura 2).

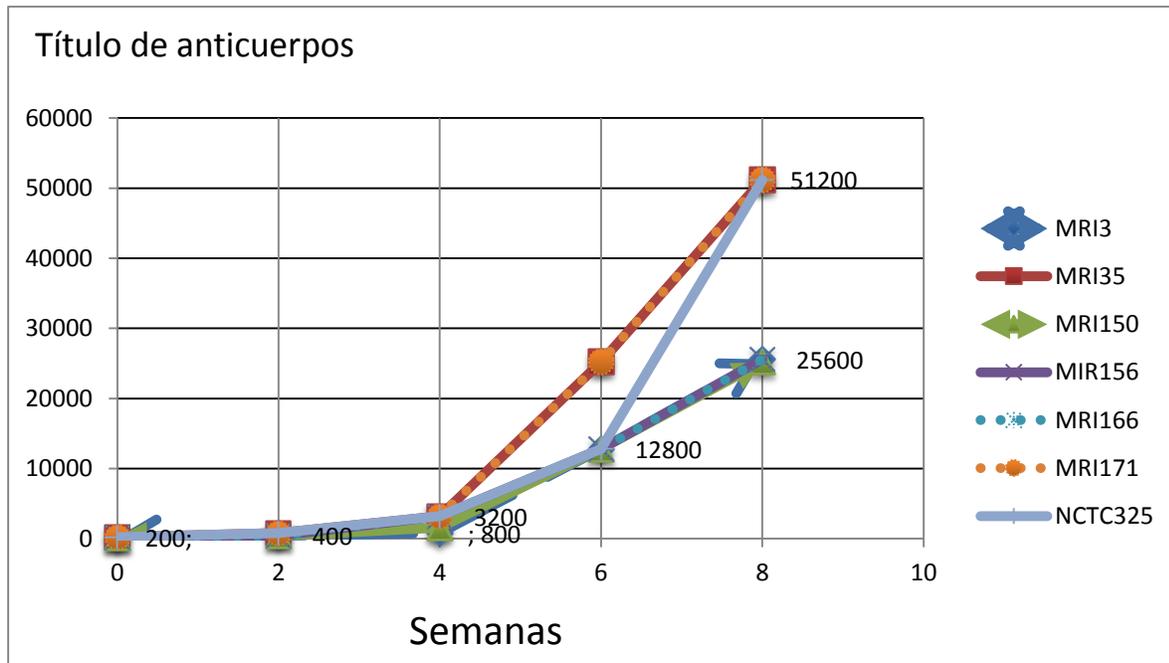


Figura 2. Gráfica que muestra el desarrollo de la respuesta inmune humoral de las gallinas. Los títulos fueron obtenidos por la prueba de ELISA a partir de las IgYs recuperadas de los huevos obtenidos en los días 0, 15, 30, 45 y 60 del periodo de inmunización.

DISCUSIÓN

La obtención de IgYs a partir de yema de huevo de gallina, resulta ser un método alternativo en las ciencias biomédica por los bajos costos, se reduce el sufrimiento del animal implicado, pues no se requiere la colección de sangre y que se obtiene una gran cantidad de anticuerpos policlonales específicos a partir de la yema (Camenisch, Tini et al. 1999; Tini, Jewell et al. 2002).

Están reportados varios métodos de obtención de anticuerpos tipo IgY incluyendo los métodos comercialmente disponibles que resultan relativamente costosos (Bizhanov and Vyshniauskis 2000; Gatica, Slebe et al. 2004) El método de deslipidación aplicado en este trabajo (PBS-Cloroformo-PEG6000), resultó eficiente, no requiere ambientes exigentes, es económico y rápido de acuerdo a reportado con otros protocolos (Akita and Nakai 1993).

Las aves son hospederos de *Staphylococcus spp.* Es conocido que los pollos y gallinas son infectadas naturalmente por algunos miembros del género *Staphylococcus* como *S. hyicus*, *S. epidermidis*, *S. aureus*, entre otros, incluso se han hecho modelos en aves de la cinética del curso de la enfermedad hasta llegar a osteomielitis y artritis séptica

(Daum, Davis et al. 1990). La prueba de ELISA detectó títulos hasta de 1:200 en las muestras del día 0. Por lo que las aves seleccionadas para este tipo de experimentos pueden tener anticuerpos contra el género.

Es bien conocido que la proteína A se une en la porción Fc de los anticuerpos de mamífero, por el contrario existen estudios donde se evidencia que las IgYs no se unen a la proteína A de *S. aureus* por la región Fc (Kronvall, Seal et al. 1970). Esta es otra ventaja al utilizar anticuerpos de gallina en pruebas inmunológicas e inmunoquímicas.

Está descrita la capacidad de *S. aureus* de producir fosfatasa alcalina. Por lo que en las pruebas de ELISA donde se utiliza esta enzima hay falsos positivos. En el presente estudio se encontró un aislado denominado MRI35 sin el fenotipo productor de fosfatasa alcalina. Estos hechos deben tomarse en cuenta para futuros trabajos.

CONCLUSIONES

La obtención de IgYs a partir de yema es un método no invasivo para obtener anticuerpos policlonales contra *S. aureus*. La gallina es un modelo biológico factible para la obtención de anticuerpos contra *S. aureus*.

LITERATURA CITADA

- Adrizal, A., P. H. Patterson, et al. (2011). "Egg yolk and serum antibody titers of broiler breeder hens immunized with uricase and or urease." Poult Sci **90**(10): 2162-2168.
- Akita, E. M. and S. Nakai (1993). "Comparison of four purification methods for the production of immunoglobulins from eggs laid by hens immunized with an enterotoxigenic E. coli strain." J Immunol Methods **160**(2): 207-214.
- Bizhanov, G. and G. Vyshniauskis (2000). "A comparison of three methods for extracting IgY from the egg yolk of hens immunized with Sendai virus." Vet Res Commun **24**(2): 103-113.
- Camenisch, G., M. Tini, et al. (1999). "General applicability of chicken egg yolk antibodies: the performance of IgY immunoglobulins raised against the hypoxia-inducible factor 1alpha." FASEB J **13**(1): 81-88.
- Daum, R. S., W. H. Davis, et al. (1990). "A model of Staphylococcus aureus bacteremia, septic arthritis, and osteomyelitis in chickens." J Orthop Res **8**(6): 804-813.
- Gatica, R., J. C. Slebe, et al. (2004). "Comparación de dos vías de inoculación en la producción de anticuerpos contra fructosa 1,6-bisfosfatasa en huevos de gallina." Arch Med Vet **XXXVI**(1): 49-58.
- Kronvall, G., U. S. Seal, et al. (1970). "Phylogenetic insight into evolution of mammalian Fc fragment of gamma G globulin using staphylococcal protein A." J Immunol **104**(1): 140-147.
- Sunwoo, H. H., W. W. Wang, et al. (2006). "Detection of Escherichia coli O157:H7 using chicken immunoglobulin Y." Immunol Lett **106**(2): 191-193.
- Tini, M., U. R. Jewell, et al. (2002). "Generation and application of chicken egg-yolk antibodies." Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol **131**(3): 569-574.
- Zhen, Y. H., L. J. Jin, et al. (2009). "Efficacy of specific egg yolk immunoglobulin (IgY) to bovine mastitis caused by Staphylococcus aureus." Vet Microbiol **133**(4): 317-322.

102 DISEÑO DE UN SOFTWARE DE CÓDIGO ABIERTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE AISLADOS DE *Staphylococcus aureus* POR SPA-TYPING.

DESIGN AN OPEN CODE SOFTWARE FOR CHARACTERIZATION OF *Staphylococcus aureus* ISOLATES BY SPA-TYPING

Carlos Alfredo Carmona-Gasca*¹, Fidel Avila Ramos¹, Alejandro Ángel Gómez Danés¹, Fernando Benjamín Carrillo Díaz¹, Bladimir Peña Parra¹, Marco Cajero-Juárez², Juan José Valdez-Alarcón².

¹Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera a Chapaila. Compostela, Nayarit, México. C.P. 63700. Tel-Fax (52) 327 277 17 18. ² Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Km. 9.5 carretera Morelia-Zinapécuaro C.P. 58893. La Palma, Tarímabaro, Michoacán, México. carmonagasca@yahoo.com.mx.

RESUMEN

Staphylococcus aureus es un patógeno versátil capaz de causar infecciones en humanos y animales con diferentes tipos de patologías. El gen *spa* de *S. aureus* presenta secuencias cortas repetidas (SSR's) que se utilizan en la técnica de spa-typing para la caracterización molecular de aislados del patógeno con fines epidemiológicos. Las bases de datos y los programas disponibles para spa-typing son poco amigables y presentan la información fragmentada. En este trabajo se diseñó un software alternativo que relaciona de forma amigable la información de spa-typing con la información presente en las bases de datos globales de epidemiología molecular de *S. aureus*. El software se denominó NiTS*spa* (Nicolaita Tecnológica-Software para spa-typing) y fue diseñado en lenguaje python para identificar spa-tipos de *S. aureus* y fue comparado con las herramientas disponibles en línea utilizando secuencias de *spa* encontradas en bases de datos internacionales. A diferencia de las herramientas de internet, este software presenta simultáneamente el análisis de los spa-tipos junto con los datos epidemiológicos sobresalientes, en forma ordenada, no redundante y en un solo formato de salida visualmente amigable.

Palabras claves: *Proteína A*, *spa-tipos*. *SSR's*, *Secuencias Cortas Repetidas*.

SUMMARY

Staphylococcus aureus is an adaptable pathogen capable of causing infections in humans and animals with different pathologies. The *spa* gene of *S. aureus* has repeated short sequences (SSR's), which are used in the *spa*-typing technique for the molecular characterization of pathogen isolates for epidemiological purposes. Databases and available softwares for *spa*-typing are unfriendly and present fragmented information. In this study was designed an alternative software that relates amicably the information existing in the *spa*-typing global databases with the molecular epidemiology information of *S. aureus*. The software is named NiTS*spa* (Nicolaita

Tecnológica-Software for *spa*-typing) and was designed in python language to identify *spa*-types of *S. aureus* and was compared with the available online tools using *spa* sequences found in international databases. Unlike to the internet tools, this software presents simultaneously the analysis of *spa*-types along the outstanding epidemiological data, orderly, non-redundant and in one visually friendly format output.

Keywords: Protein A, *spa*-types. SSR's, Short Repeated Sequences

INTRODUCCIÓN

Staphylococcus aureus es un patógeno exitoso gracias a que existen diferentes genotipos de y cada genotipo contiene variantes de un conjunto de factores de virulencia (Baizabal Aguirre, Oviedo Boyso et al. 2009). Uno de estos es la Proteína A (Spa), que es la más abundante de la pared celular. Para su mejor estudio, Spa se divide en diferentes regiones funcionales: una región involucrada en su secreción (S), 5 dominios (E, D, A, B y C) de unión a inmunoglobulinas isotipo G (IgG) y una región denominada región X. Esta se encuentra subdividida a su vez en una región constante (Xc), la cual es responsable de interactuar con la pared de *S. aureus* sirviendo como anclaje y la región (Xr), la cual está compuesta por un número variable secuencias cortas repetidas (SSR's) con un tamaño variable de 21 a 30 pares de bases y que promueve procesos inflamatorios de una manera dependiente de la longitud de los SSR's (Garofalo, Giai et al. 2012). La región Xr se encuentra delimitada por dos secuencias consenso que la flanquean y que se denominan secuencias "firma" (signature sequences). Las firmas en los extremos 5' (RCA MCA AAA) y 3' (TAY ATG TCG T), se utilizan así para identificar y delimitar la región de SSR's en Xr. La variabilidad en la longitud y en el polimorfismo de secuencias de las SSR's se ha aprovechado para utilizar a la región Xr como un marcador molecular en la caracterización de este patógeno, con la técnica llamada *spa*-typing (Harmsen, Claus et al. 2003). A la combinación de SSR's en la región Xr se le denomina *spa*-tipo y a la técnica se le conoce por su nombre en inglés *spa*-typing. En internet existe un sitio para *spa*-typing conocido como Ridom SpaServer (<http://spa.ridom.de/>). Este sitio un curador asigna un número de repetido (r) a cada SSR y al conjunto del número de repetidos le asigna un *spa*-tipo (t). El conjunto de *spa*-tipos reportados por los usuarios ha sido recopilado en esta base de datos internacional de libre acceso. Actualmente, se han reportado más de 616 repetidos distintos y 12,000 *spa*-tipos derivados de las combinaciones de repetidos cuyo número continúa en aumento. De manera alterna, para designar el *spa*-tipo de forma rápida y sin tener que esperar a la evaluación del curador, existen herramientas en internet como SPA Searcher (PeiXe<software>; [http:// seqtools.com/](http://seqtools.com/)) y Spa Typer/Identifier (<http://fortinbras.us/cgi-bin/spaTyper/spaTyper.pl>) destinados exclusivamente para la identificación de los *spa*-tipos y de las firmas que flanquean a la región Xr. Estas dos herramientas dependen de la base de datos en la página de Ridom SpaServer. Sin embargo, no manejan los datos epidemiológicos presentes en Ridom SpaServer. A la fecha no existen programas de código abierto para el análisis de los *spa*-tipos y de la información epidemiológica relevante a los aislados, por lo que en el presente trabajo se reporta, hasta donde

sabemos, el primer programa bioinformático de código abierto para la búsqueda de *spa*-tipos que permita usar la base de datos internacional de *spa*-typing.

MATERIAL Y MÉTODOS

NiTS*spa* se desarrolló como una aplicación de escritorio en la plataforma Ubuntu 12.04 y con el Lenguaje de Programación Python en su versión 2.7.3, en tanto que la parte de la interfaz gráfica fue desarrollada con la biblioteca PyQ4 versión 4 y la herramienta para desarrollo de interfaces gráficas Qt Designer versión 4.8.1, todas estas herramientas con variantes de licencia libre. La implementación realiza una búsqueda inicial de lo que se conoce como firmas 5' y 3', y una vez detectadas y sobre la cadena resultante realiza una búsqueda exhaustiva de los repetidos y así finalmente se puedan localizar los *spa*-tipos contenidos en la secuencia analizada. Para las búsquedas se recurrió a la estructura de datos denominados Listas y a algunas funciones de manejo de cadenas contenidas en Python. Este software se compone de dos archivos principales, *int3i*, que contiene la interfaz gráfica y *itf0000000000* que es donde está implementada la técnica *spa*-tipos.

RESULTADOS

NiS*spa* procesa la información obtenida de la secuenciación de la región Xr para la búsqueda e identificación independiente de las secuencias firma 5' y 3' que flanquean la región de SSR's y la secuencia correspondiente a cada uno de los *spa*-tipos disponibles en la base de datos recuperada de Ridom SpaServer (Figura 1). Para validar el software diseñado, se analizaron secuencias obtenidas del GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) en el Laboratorio de Epidemiología Molecular y Biotecnología de Enfermedades Infecciosas. Las secuencias se analizaron con el software de NiS*spa* y se compararon con lo obtenido en SPA Searcher (SeqTools) (<http://seqtools.com/>) y Spa Typer/Analyzer (<http://fortinbras.us/cgi-bin/spaTyper/spaTyper.pl>) SPA Searcher y Spa Typer/Analyzer siendo estas las herramientas de las que depende el análisis de *spa*-typing en internet. NiTS*spa* ocupa la base de datos de Ridom SpaServer (<http://spa.ridom.de/>) que aunque concentra la información de los *spa*-tipos no permite al usuario realizar comparaciones. Un aporte fundamental de Ridom SpaServer es que incluye datos epidemiológicos de los aislados y una relación de los perfiles genéticos obtenidos por las distintas técnicas utilizadas en *S. aureus* como Multi-*locus* Sequencing Typing (MLST) (<http://saureus.mlst.net/>), la identificación por la secuencia parcial del gen ARN ribosomal 16S (SRV's) (<http://www.ridom-rdna.de/>), SCC*mec* typing (<http://www.staphylococcus.net/>) y de perfiles de macro-restricción en electroforesis de campos pulsados (PFGE; <http://www.harmony-microbe.net/microtyping.htm>). SPA Searcher y Spa Typer/Analyzer son herramienta que solamente manejan el análisis de secuencia de repetidos pero no ligan la base de datos de Ridom SpaServer con su información epidemiológica, al análisis de la secuencia de la región Xr. NiS*spa* aporta en una sola ventana el *spa*-tipo de la secuencia problema y toda su información epidemiológica relacionada encontrada en la base de datos internacional.

Para realizar la comparación de la información generada con la información contenida en las bases de datos es necesario utilizar programas bioinformáticos especializados. En la actualidad existe un aumento en la tendencia a crear programas de uso libre. Existen pocos programas especializados para el análisis global de datos de epidemiología molecular, como los *spa*-tipos en *S. aureus*. Hasta donde sabemos ninguno de ellos es de código abierto por lo que NiTS*spa* será el primer programa distribuido y desarrollado libremente cuya función principal será la detección del *spa*-tipo a partir de una secuencia curada de la región Xr del gen *spa* de *S. aureus* y que puede mostrar en una sola ventana la información epidemiológica relacionada, y permite la identificación de *spa*-tipos pudiendo trabajar sin necesidad de una conexión continua al internet.

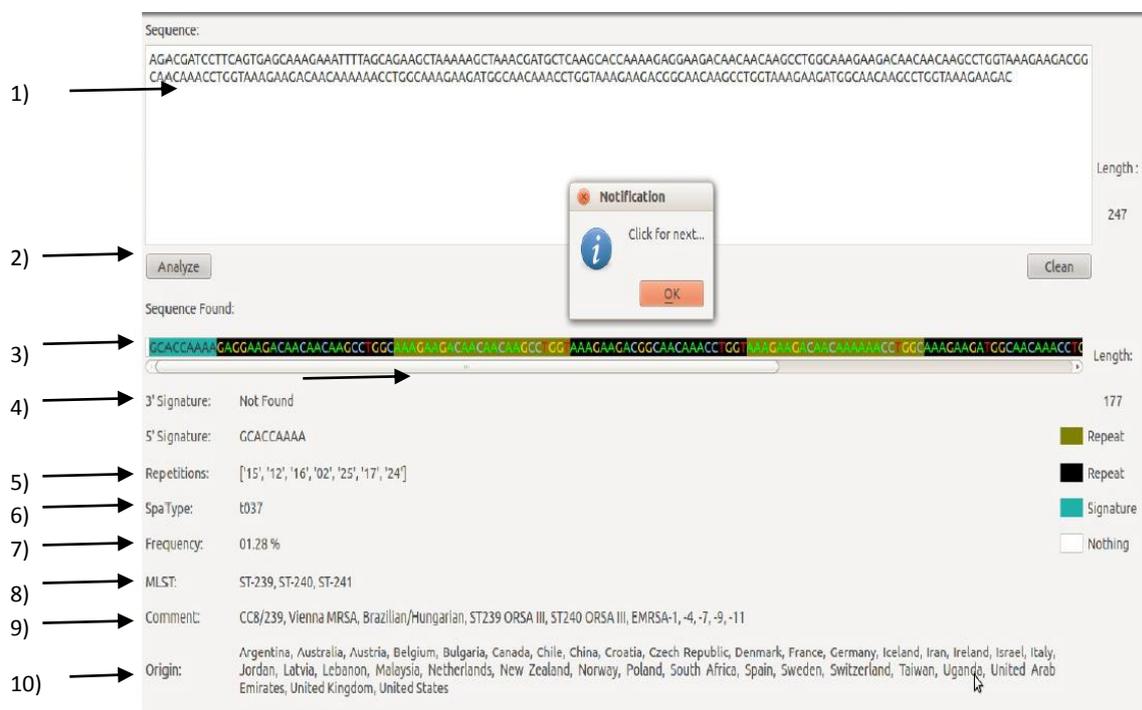


Figura 1. Imagen del cuadro de diálogo de NiTS*spa*. En ella se muestran los siguientes elementos: 1) ventana para insertar la secuencia a analizar; 2) botones para las acciones buscar/limpiar, con los que se activa la búsqueda, la limpieza de la ventana para insertar una nueva secuencia o la salida del software; 3) secuencia del *spa*-tipo delimitada por las firmas y que marca secuencias de los repetidos por colores; 4) marcas indicadoras de la integridad de las secuencias firma 5' y 3'; 5) indicador de la secuencia de repetidos; 6) indicador el *spa*-tipo encontrado, seguido de 7) frecuencia del *spa*-tipo encontrado; 8) la secuencia-tipo (MLST) asociada; 9) comentarios derivados de la base de datos de Ridom SpaServer y 10) origen reportado de los aislados.

La aplicación tiene como principales características el ser una aplicación de tipo escritorio, lo que no hace necesaria una conexión a Internet para su funcionamiento. Dado las herramientas en las que fue desarrollado le hacen ser un software libre y puede ser ejecutado tanto en plataformas Linux (Ubuntu), Windows y Mac OS. Los requerimientos del hardware son mínimos en cuanto a velocidad del procesador,

memoria RAM mínima de 512 MB, y solamente requiere 4 MB de espacio en disco duro. En su etapa de desarrollo actual de NiTS spa se están desarrollando los códigos para incrementar las capacidades del software de manera que: 1) realice actualización automática de las bases de datos derivadas de la página <http://spa.ridom.de/>; 2) realice operaciones estadísticas y 3) identifique las características de los posibles SSR's nuevos.

CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se reporta la creación de NiTS spa el primer programa de código abierto para el análisis de los spa -tipos de aislados de *S. aureus* y de su información epidemiológica relevante que utiliza la base de datos internacional de spa -typing.

LITERATURA CITADA

- Baizabal Aguirre, V., J. Oviedo Boyso, et al. (2009). "Caracterización funcional de la interacción entre estructuras conservadas de *Staphylococcus aureus* y receptores celulares." Mensaje Bioquímico **33**: 181-200.
- Garofalo, A., C. Giai, et al. (2012). "The length of the *Staphylococcus aureus* protein A polymorphic region regulates inflammation: impact on acute and chronic infection." J Infect Dis **206**(1): 81-90.
- Harmsen, D., H. Claus, et al. (2003). "Typing of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a university hospital setting by using novel software for spa repeat determination and database management." J Clin Microbiol **41**(12): 5442-5448.