

IV Congreso Internacional de Manejo de Pastizales

XXXIV Aniversario de Ganadería

Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas

Memorias del Congreso

ISBN: 978-607-715-165-4

Montecillo, Texcoco, Edo. De México, Septiembre de 2013

Directorio SAGARPA

Lic. Enrique Martínez y Martínez
Secretario

Lic. Jesús Alberto Aguilar Padilla
Subsecretario de Agricultura

Lic. Ricardo Aguilar Castillo
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

Prof. Arturo Osornio Sánchez
Subsecretario de Desarrollo Rural

MVZ. Francisco José Gurría Treviño
Coordinador General de Ganadería

Lic. Mario Aguilar Sánchez
Comisionado Nacional de Acuicultura y Pesca

Colegio de Postgraduados

Dr. Jesús Moncada de la Fuente

Director General

Dr. Raúl Gerardo Obando Rodríguez

Dr. Manuel Livera Muñoz

Director del *Campus* Montecillo

Subdirector de Educación

Dr. José Luis Figueroa Velasco

Subdirector de Vinculación

Dr. Javier Hernández

Subdirector de Investigación

Dr. Fernando Castillo

Dr. Alfonso Hernández Garay

Coordinador del Programa de Ganadería

Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales AC

Dr. Ramón Gutiérrez Luna

Presidente

COMITÉ ORGANIZADOR

Dr. Adrián Raymundo Quero Carrillo

Presidente del Comité Organizador

Dr. Santiago Garduño Velázquez

Coordinador del Comité Organizador

Comité Técnico

Dra. Leonor Miranda Jiménez

Dra. Ma. Teresa Sánchez-Torres Esqueda

Dr. Efrén Jacinto Ramírez Bribiesca

Dr. Santiago Garduño Velázquez

Dr. Adrián Raymundo Quero Carrillo

Bienvenida del Presidente del Comité Organizador

Estimados asistentes:

Para el Colegio de Postgraduados y en especial para el programa de Ganadería es privilegio recibirlos para el IV Congreso Internacional de Manejo de Pastizales y XXXIV Aniversario del Centro de Ganadería del Colegio de Postgraduados, esperando que su estancia en esta Institución sea placentera y de provecho en su desarrollo profesional.

Se ha realizado un gran esfuerzo por parte las autoridades del Colegio de Postgraduados y, particularmente, del Comité Organizador, por presentar un programa atractivo para la comunidad científica, académicos, técnicos, productores y estudiantes, que permita ver los avances en materia de manejo de pastizales, captura de carbono, crecimiento y producción de semilla de gramíneas. Lo anterior, con el fin de sensibilizar a la sociedad y compartir experiencias aditivas para soportar la conservación, recuperación y mejoramiento de las áreas de temporal bajo pastoreo.

Los temas principales del evento son “Análisis de Crecimiento y Componentes del Rendimiento en Gramíneas”, “Sequía y Manejo de Micro-cuencas” y “Captura de Carbono y Servicios del Pastizal”, temas de actualidad, acordes a la demanda del sector productivo y la sociedad. El Programa General, similarmente, comprenderá aspectos sobre los logros científicos en producción de animal de forraje, incluyendo, fisiología, edafología, genética y recursos naturales, así como aspectos relacionados con el manejo sustentable de los pastizales.

Tendremos la oportunidad de asistir a gran número de conferencias magistrales y presentaciones de científicos del país y del extranjero, así como formar parte de talleres y discusiones, esta será una magnífica ocasión para actualizarnos y adquirir conocimiento y experiencias aditivas para compartir; similarmente, contacto directo con investigadores y personas interesadas en el enaltecimiento de este recurso fundamental para el bienestar de la sociedad.

Estoy seguro que disfrutaran la hospitalidad que nuestra región ofrece y deseo se lleven una grata experiencia de este Congreso, que los conocimientos y experiencias adquiridas sean de utilidad en su vida profesional, deseando volverlos a recibir en otro evento en que nuestra Institución organice en el futuro.

Atentamente



Dr. Adrián Raymundo Quero Carrillo
Presidente del Comité Organizador

Título del Resumen	Página
Eficiencia Ecológica en el Uso del Pastizal	
García-García A, H Gutiérrez-Bañuelos, RA Sánchez-Gutiérrez, R Gutiérrez-Luna, AR Quero-Carrillo, A Espinoza-Canales, A Muro-Reyes, FJ Gutiérrez-Piña. Evaluación Productiva y Bromatológica de Fuentes Forrajeras Sembradas bajo Condiciones de Sequía Atípica en Regiones Semiáridas del Estado de Zacatecas.	.....1
Castillo HJE, F Rivas P y L Ortega R. Rendimiento Estacional y Anual de Forraje en Respuesta a la Intersiembrá de <i>Leucaena</i> en Praderas de Guinea	.....6
Márquez-Madrid M, RD Valdez-Cepeda, RR Ruiz-Garduño y F Blanco-Macías. Respuesta del Pastizal Excluido al Pastoreo en el Parque Nacional Sierra de Órganos, Sombrerete, Zacatecas, México.	.....10
de la Barrera-Zamora P, FO Carrete-Carreón, CA Wehenkel, F Sánchez-Arroyo. Efecto del Manejo en la Condición de un Pastizal Mediano Arbosufrutescente en Durango, México.	.....15
Vásquez-López B, C Loredó-Ostí, JL Lara-Mireles, S Beltrán-López, JA Flores-Cano. Caracterización de Recursos y Plan de Manejo de la Microcuenca "Garrochitas Panalillo I" Sierra de Álvarez, SLP.	.....19
Servicios del Pastizal	
Melgoza CA, M García, J Santos-Sierra, CR Morales, E Santellano. Características de Semillas y Efecto del Estrés de Humedad en la Germinación de <i>Yucca elata</i>.	.....25
Valenzuela-Castro GE, L Cortés-Palacios, M Rentería-Villalobos, NG Aguilar-Palma, A Corral-Luna, VH Collins-Martínez. Adsorción de Metano en Digestión <i>In Vitro</i> (Simulación Ruminal) con Materiales Pulverizados Inertes.	.....29
Jurado-Guerra P, R Saucedo-Terán, CR Morales-Nieto, M Martínez-Salvador. Efecto de la Condición del Pastizal Sobre el Almacén de Carbono en Pastizales de Chihuahua	.....30
Pérez-Romero L, LL de León-González, II Hernández-Javalera M Bolívar-Duarte, EA Lozano-Cavazos, R López-Cervantes. Restauración del Suelo en Pastizales Degradados y su Potencial en el Secuestro de Carbono	.....35
Espinoza-Prieto JR, MA Muñoz-Quiroz, JL Herrera-Díaz, R Quintana-Martínez, RA Soto-Cruz. Cambio Climático Análisis y Pronósticos Desarrollados Mediante Métodos de Series de Tiempo y la Importancia de la Cubierta Vegetal en los Pastizales.	.....39
Pastizal y Sociedad	
Gerard-Rodríguez AE, Á Rodríguez-Terrazas, EG Guerrero-Gómez, A	



Melgoza-Castillo, L Cortés-Palacios. Monitoreo y Evaluación del Nivel de Contaminantes en el Río Sacramento, Chihuahua, México.	.....45
Martínez-Trejo G, G Alejandre-Iturbide, JM Cabrales-Flores Inclusión de Amarantho (<i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.) en Dietas para Alimentación de Conejos.	.....47
Rivero O, MI Ordoñez, M Aguilar, A Melgoza. Uso de los Recursos Naturales: Una Aproximación a través de la Huella Ecológica	.....52
Lerma-Reyes I, MA Rivas-Jacobo, HA Lee-Rangel, CA Herrera-Corredor. Productividad de Cabras Criollas en Pastoreo Suplementadas con Aceites Vegetales	.....55
Rubio AFA. Producción de Aguamiel de Maguey Mexicano <i>Agave mapisaga</i> en Morelos, Zacatecas, México.	.....56
Esqueda-Coronado MH, P Hernández-Rojas, R Vázquez-Gómez, RD Garza-Cedillo, C Ríos-Quiróz, AS Fuentes-Rodríguez. Mejoramiento Tecnológico y Económico de la Caprinocultura Durante Tres Años con Asistencia Técnica en Coahuila.	.....57
Ríos-Flores JL, MA Torres-Moreno, M Torres-Moreno, A Mendoza- Cortina, JL García-Contreras. Factores de Crecimiento en el Vbp de la Ganadería del DR-017	.....61
Ríos-Flores JL, MA Torres-Moreno, M Torres-Moreno, R Castro-Franco, J Ruiz-Torres. Productividad Física, Económica y Social del Agua de Riego en Alfalfa Irrigada por Gravedad vs. Bombeo en el DR-017	.....66
Espinoza-Prieto JR, RM Quintana Martínez, CI Ramírez-Cornejo, AC Gutiérrez-Olivas, MA Quintana-Salcido. Distintivo del Manejo Sustentable del Agua “Chihuahua 2012” y el Reconocimiento a las Buenas Prácticas en el Manejo de Pastizales	.....70
Vega Del Muro Mh, D Rodríguez-Tenorio, Má Salas-Luevano, Hr Vega-Carrillo, R Bañuelos-Valenzuela, R Gutiérrez-Luna. Determinación de Arsenico (As) y Plomo (Pb), en Suelo en un Pastizal Mediano Abierto de los Municipios de Guadalupe, Morelos, Vetagrande Y Zacatecas	.....75
Caracterización Física del Pastizal	
Manjarrez-Domínguez C, C Pinedo-Álvarez, A Pinedo-Álvarez, CM Aguirre-Prado y L Cortes-Palacios. Fragmentación de Comunidades de Pastizal de la Ecoregión del Desierto de Chihuahua	.....80
Ríos-Flores JL, MA Torres-Moreno, M Torres-Moreno, R Castro-Franco, E Hernández-Santiago, L Salas-Baez. Evaluación de la Huella Hídrica Azul en los Cultivos Forrajeros del Distrito de Riego 017, Comarca Lagunera	.....85
Quintana-Martínez RM, DA Morales-Gómez, R Espinoza-Prieto, H Rubio-Arias, RA Soto-Cruz y J Camarillo-Acosta. Comparación de los Parámetros Físicos-Químicos del Río Conchos Antes y Después de	

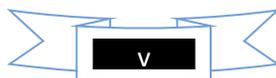
la Presa “El Granero”, Chihuahua, México	.....89
Recursos Genéticos del Pastizal	
Jiménez GR, JF Enríquez, FE Cab J, AR Quero C, MA Cano G, V Mariles F. Recolección de Leguminosas del Género <i>Macroptilium</i> en el Sur de México	.....94
Garduño SV, AR Quero C, R Rodríguez H. Caracterización Morfológica de Poblaciones de <i>Leptochloa dubia</i> (Kunth) Nees, Nativas de Zonas Semiáridas de México	.....99
García-Portillo H, RM Quintana-Martínez, C Pinedo-Álvarez, JR Espinoza-Prieto, E Santellano-Estrada, O Ruiz-Barrera. Distribución Espacial Potencial de <i>Quercus</i> spp. y <i>Pinus</i> spp. en el Parque Nacional Cumbres de Majalca usando Imágenes de Satelite Landsat.	.....104
Villanueva-Ávalos, F Herrera-Cedano, JA Cárdenas-Sánchez y JV Rubio-Ceja. Comportamiento Agronómico y Tasas de Crecimiento en Cinco Especies de <i>Tripsacum</i>.	.....109
Jiménez GR, M Flores Z, JJ Maldonado M, JF Enríquez Q, MA Cano G, H Hernández H. Recolección de Leguminosas del Género <i>Leucaena</i> en el Sur de México.	.....114
Jiménez GR, M Flores Z, JJ Maldonado M, R Vásquez O, S Hernández R, V Mariles FV. Recolección de Leguminosas del Género <i>Centrosema</i> en el Sur de México	.....119
Titulaer M, A Melgoza y F Rodríguez. Selección de Semillas por Gorriones de Casa (<i>Passer domesticus</i>)	.....124
González-Villalba J, A Melgoza, M Titulaer, JA Fernández, M Rentería. Diversidad de Aves Invernales de Pastizal y Semillas en Suelo	.....128
Sánchez-Arroyo F, M Murillo-Ortiz, FO Carrete-Carreón, AR Quero-Carrillo, E Herrera-Torres. Composición Química y Valor Relativo de Forraje de Ecotipos de Zacate Banderita (<i>Bouteloua curtipendula</i>)	.....131
Soto-Cruz RA, Lebgue-Keleng T, RM Quintana-Martínez, JR Espinoza - Prieto, S Balderrama-Castañeda, HM Gaytan-Torres, J C Villalobos. Efecto del Fuego Sobre la Diversidad de Roedores en el Pastizal Amacollado, en el Estado de Chihuahua	.....135
Royo-Márquez M, JS Sierra-Tristán, A Melgoza-Castillo. Plantas Presentes en el Estado de Chihuahua con Reporte de Uso Veterinario	.....139
Morales-Nieto CR, A Melgoza-Castillo, O Rivero-Hernández, M Martínez-Salvador y P Jurado-Guerra. Variabilidad Fenotípica de Poblaciones de Zacate Tempranero (<i>Setaria Macrostachya</i> Kunth) en Chihuahua, México	.....134
De la Garza C M y RD Garza C. Evaluación de Leguminosas con Potencial Forrajero para la Zona Central de Tamaulipas	.....149

Rubio AFA y RA Sánchez G. Producción de Forraje y Semilla de Materiales de Zacate Buffel Bajo Condiciones de Sequía en Calera, Zacatecas, México	.....154
Ramírez-Marfil L, A Cabanillas, C Valdés-Castro, E Barraza- Domínguez. Monitoreo de Aves Migratorias en “El Vado de Meoqui”, Chihuahua, México	.....155
Innovación Tecnológica para Mejorar la Condición del Pastizal	
Bernal-Flores, A, AR Quero-Carrillo, P Pérez-Rodríguez, ZY Wang, HA Zavaleta-Mancera, ME Ortega-Cerrilla. Callos Suaves Incrementan la Eficiencia de Regeneración en Pasto Banderita (<i>Bouteloua curtipendula</i> Michx. Torr.)	.....160
Garduño VS, A Cortes V, AR Quero C, E Cortes D. Citología y Sistema Reproductivo de Siete Nuevos Genotipos de Pasto Buffel (<i>Cenchrus Ciliaris</i> L.) y El Cultivar Comercial Frío	.....165
Plascencia-Jiménez R, MA Vega-Loera, A Pérez-Hernández, M Silva Luna y AR Quero-Carrillo. Calidad Física, Fisiológica y Métodos de Escarificación en Semilla de <i>Leucaena leucocephala</i> Lam. de Witt	.....170
Vega LMA, R Plascencia J, A Pérez H, M Silva L. Evaluación de la Calidad Física y Fisiológica de la Semilla de Leguminosa <i>Cratylia argentea</i>	.....175
Escalante-Estrada JAS, MT Rodríguez-González, YI Escalante-Estrada. Área Foliar Específica, Rastrojo y Rendimiento de Cultivares de Maíz en Clima Templado	.....181
Hernández-Quiroz NS, M Renteria-Villalobos, E Santellano-Estrada, AL Piceno-Escobedo, VM Aguilar-Soto, MA Bolaños-González y C Pinedo-Álvarez. Estimación de Biomasa en Pastizales del Estado de Chihuahua México, con Datos de Imágenes Modis y Radiometría	.....185
Apáez-Barrios P, JAS Escalante-Estrada, Ma. T Rodríguez-González y M Apáez- Barrios. Producción Forrajera del Frijol Chino y Maíz Asociados, en Función de la Densidad y Nitrógeno	.....189
de León-González LL, M Mellado-Bosque, R Reynaga-Valdés, L Pérez-Romero, JB Altunar Pablo y J Cabrera-Hernández. Nodricismo, Orientación Geográfica y Abono Como Herramientas, en la Restauración Agroecológica de Pastizales	.....192
Manzano-Camarillo MG, R Miranda-Salazar, J Cantú-Vega. <i>Maytenus phyllanthoides</i> (Granadillo ó Mangle Dulce), Arbustiva Forrajera Promisoria en Agostaderos de Vegetación Xerófila y Bosque Espinoso en el Altiplano del Sur del Estado de Nuevo León.	.....198
Hernández-Guzmán FJ, AR Quero-Carrillo, JF Cervantes-Becerra, JL Leana-Acevedo y MG López-Ortega. Velocidad de Germinación por Tamaño de Cariósido y Embrión en Dos Pastos Nativos y Dos Introducidos.	.....199
Hernández Guzmán FJ, A Hernández-Garay, E Ortega-Jiménez, JF Enríquez-Quiroz, M Velázquez-Martínez, JF Cervantes-Becerra. Rebrote y Estabilidad de la Población de Tallos en el Pasto Ovillo (<i>Dactylis</i>	

<i>glomerata</i>) a Diferentes Intervalos e Intensidades de Pastoreo.	.....204
Hernández-Guzmán FJ, AR Quero-Carrillo, P Pérez-Rodríguez, M Velázquez-Martínez, CA Hernández-Galeno. Emergencia y Velocidad de Emergencia en Dos Pastos Nativos y Dos Introducidos	.....207
Hernández-Guzmán FJ, AR Quero-Carrillo, M Velázquez-Martínez, HG Gámez-Vázquez y U Santiago-López. Efecto del Tamaño de Cariópside y Embrión en el Desarrollo Morfológico de Gramíneas para Temporal	.....213
Hernández-Guzmán FJ, AR Quero-Carrillo, SE Ramírez-Sánchez, HG Gámez-Vázquez y MG López-Ortega. Análisis de Crecimiento de Pastos Nativos e Introducidos con Diferente Tamaño de Cariópside y Embrión	.....218
Cab-Jiménez FE, JF Enríquez-Quiroz, I López-Guerrero, D Martínez-Méndez. Establecimiento y Desarrollo Inicial de Diferentes Cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> en el Trópico Veracruzano	.....222
Santiago-López U, N Santiago-López, E Santiago-López, G Santiago-López, FJ Hernández-Guzmán, M Velázquez-Martínez, JA Hernández-Maruri. Componentes de Rendimiento de Forraje Verde y Materia Seca en Híbridos de Maíz con Diferentes Fechas de Siembra	.....227
Corrales-Lerma R, CR Morales-Nieto. Estrategias para el Establecimiento de Gramíneas en la Revegetación de Pastizales	.....232
Titulaer M, CR Morales-Nieto. Calidad de Semilla de Zacate Buffel (<i>Pennisetum Ciliare</i> L. Sin. <i>Cenchrus Ciliaris</i> L.): Comparación de la Capacidad de Germinación y Emergencia entre Cariópsides y Fascículos	.....236
Espinoza-Prieto JR, AC Gutiérrez-Olivas, RM Quintana-Martínez, MA Quintana-Salcido, JL Herrera-Díaz. Predicción de Precipitación Pluvial Mediante Métodos de Series de Tiempo Cronológicos en la Región Serrana de Cuauhtémoc, Chihuahua.	.....240
Flores-Hernández A, C Peña- Valdivia, F Gomes da Silva, JT Araújo-Filho, B Murillo-Amador, JL García-Hernández y EO Rueda-Puente. Enriquecimiento Proteico de Nopal (<i>Opuntia</i> spp.) Como Forraje: Caso Brasil- México	.....244
Joaquín CS, BM Joaquín T, A Hernández G, JF Enríquez Q, H Vaquera H, AR Quero C, SI Mendoza P, AR Rojas G. Características Estructurales de Pasto Toledo, a Diferente Frecuencia de Corte.	.....249
Hernández-Guzmán FJ, AR Quero-Carrillo, P Pérez Rodríguez, SE Ramírez-Sánchez y MG López-Ortega. Efecto del Tamaño de Cariópside y Embrión en la Germinación de Dos Pastos Nativos y Dos Introducidos	.....250

En Pro de la Eficiencia de Hato

Häubi-Segura CU, JJ Gutiérrez-González, R Martínez-Villalobos, VH Franco-



Olivares, MG Acero-Godínez, LF de Luna-Mesa, UE Pérez-Álvarez, E Islas-Ojeda. Evaluación de la Producción y Digestibilidad del Pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum</i> spp.)	.....255
Garza CRD, J Flores T, M de la Garza C y S Puente G. Evaluación de Variedades de Sorgo para Forraje en el Norte de Tamaulipas	.....260
Martínez-González S, PG Iriarte del Hoyo, AA Gómez-Danes, JL Loya-Olguin. Repelencia Antigarrapata de Algunos Pastos Sobre las Larvas de Garrapata <i>Amblyomma cajennense</i>	.....264
Aguilar-Carpio C, JAS Escalante-Estrada, MT Rodríguez-González, I Aguilar-Mariscal. Análisis de Crecimiento en Tres Genotipos de Maíz Forrajero en Clima Cálido.	.....270
Milagros de la C. M, O López, T Sánchez, G Martín, J Suárez. Evolución de los Sistemas Agropecuarios en Cuba en Función de la Situación Socioeconómica y Ambiental.	.....275
González-Jiménez EI, JA Reyes-Gutiérrez, M Silva-Luna, OD Montañez-Valdez. Composición Química y Digestibilidad <i>In situ</i> del Fruto de Recursos Forrajeros Arbóreos Tropicales	.....276
Miranda JL y Tolentino CC. Cuerpos Lúteos Cavitarios en Ovinos de Lana y Pelibuey	.....280
Segundo-Pérez R, L Miranda-Jiménez, MA Casiano-Ventura M.Á, AA Gómez-Danés. Importancia de la Ciclooxygenasa-2 en el Mantenimiento de las Estructuras Ováricas	.....281
Arellano-Cueto A, CE Guerra-Medina, M Silva-Luna, OD Montañez-Valdez. Degradación <i>In vitro</i> de Forrajes Utilizando Dos Métodos de Filtrado	.....283
Garza CRD, J Flores T, M de la Garza C, P Hernández R y P Zárate F. Efecto del Genotipo, Sexo y Tipo de Parto Sobre el Crecimiento de Ovinos en el Norte de Tamaulipas	.....288
Alcaraz-Romero RA, JG Cantón-Castillo, M Zavala-León, M Martínez-Guadalupe. Producción y Evaluación del Forraje Verde Hidropónico de Maíz (Fvhm) en la Alimentación de Corderos de Pelo	.....292
García-Cervantes D, H Gutiérrez-Bañuelos, AR Quero-Carrillo, D Rodríguez-Tenorio, A Muro-Reyes, FJ Gutiérrez-Piña, RA Sánchez-Gutiérrez, Espinoza-Canales A. Contenido de Materia Seca y Proteína Cruda de Arbustivas Forrajeras en Regiones Semiáridas de Zacatecas Durante el Otoño.	.....298
Domínguez-Rebolledo A, JG Cantón-Castillo, G Tulin-Canul, H Loeza-Concha, A Aguiar-Loria, A Alcaraz-Romero, J Ramón-Ugalde. Efecto de la Yema de Huevo Clarificada en el Diluyente de Congelación sobre la Criopreservación del Semen de Ovino PELIBUEY (<i>Ovis aries</i>).	.....301
Villanueva-Ávalos JF, J de J Bustamante-Guerrero ¹ , F Herrera- Cedano y LA Rodríguez-Murillo. Degradabilidad <i>in situ</i> y Contenido de Energía de	

Cinco Especies de Pasto <i>Tripsacum</i>	.....305
Sánchez Gutiérrez RA, R Gutiérrez Luna y H Gutiérrez Bañuelos. Saia, Variedad de Avena que Incrementa el Rendimiento de Materia Seca por Hectárea en Zacatecas	.....310
Monsivais-Morales KL, MA Rivas-Jacobo, CA Herrera-Corredor y JA Flores-Cano. Productividad de Tres Especies de Clima Templado en Una Región Semiárida.	.....314
Enríquez Quiroz JF, FI Juárez-Lagunes, M Montero-Lagunes ¹ , I López-Guerrero, G Núñez-Hernandez, FE Cab-Jiménez. Producción de Forraje de Cinco Especies de Gramíneas con Fertilización + Riego y Manejo Tradicional, en las Épocas de Nortes y Seca en Veracruz	.....315
Juárez-Macías Valadéz M, S Beltrán-López, C Loredó-Osti, G Álvarez-Fuentes, J Urrutia-Morales. Calidad de la Alimentación de Caprinos en un Módulo Agrosilvopastoril de Zonas Áridas	.....320
Curzaynz-Leyva KR, C Sánchez del Real, C Apodaca-Sarabia, J Ayala-Oseguera, D Vergara-Ávila, J Cadena-Meneses. Granos Secos de Destilería en la Engorda Intensiva de Borregos	.....325
Herrera-Medina RE, MA Rivas-Jacobo, HA Lee-Rangel, RE Santos- Díaz y CA Herrera-Corredor. Suplementación con Granos de Cereales en Ovinos Rambouillet en Condiciones de Pastoreo	.....329
Häubi-Segura CU, S Mora-Andrade, A Luévano-Méndez, JM Caballero-Vázquez, LF de Luna-Meza, UE Pérez-Álvarez, A Díaz-Romo. Evaluación de la Calidad Nutritiva y Degradabilidad de un Sistema de Forraje Verde Hidropónico Sobre una Cama de Rastrojo Molido (Tapete Mágico)	.....333
De la Garza-Caballero M, RD Garza-Cedillo y MA Ibarra-Hinojosa. Valor Nutritivo y Digestibilidad del Forraje de Avena en el Altiplano de Tamaulipas	.....338
Rubio AFA y RA Sánchez G. Valor Nutritivo de Diferentes Pastos en un Sitio de Bosque Tropical Caducifolio en el Sur del Estado de Zacatecas	.....342
González SA, LE Arias Ch, A Yáñez M, M Silva L, LA González E, JA Eguiarte V, MA Vega L y R Rodríguez R. Producción y Calidad de Forraje de Leguminosas en el Sur de Jalisco, México	.....343
Lozano-García LA, E Flores-Ancira, M Luna-Luna, J de J Luna-Ruiz, C Haubi-Segura, R Barretero-Hernández. Efecto del Fuego en la Calidad de Forraje de Zacate Rosado <i>Melinis Repens</i> (Willd.) Zizka, en Aguascalientes, Mex.	.....348
Castillo, AAC, VF Echeverría D, EE Sosa R, R León N. Frecuencias de Corte Sobre la Producción y Composición Nutricional del Pasto Marafalfa (<i>Pennisetum</i> spp.), en Quintana Roo, México.	.....353
Sánchez Sanchez CH, E Ortega-Vargas ^{2*} y S López-Ortiz ² Producción Agronómica de Tres Pastos Tropicales (<i>Digitaria eriantha</i> Steudel, <i>Megathyrsus maximus</i> Jacq y <i>Andropogon gayanus</i> Kunth) en la	

Zona de Lomeríos de Paso de Ovejas, Veracruz, México	.....357
Cortés-Díaz E, PA Martínez-Hernández, T Vargas-Espinosa, JL Zaragoza-Ramírez. Características Aéreas y Subterráneas en <i>Atriplex canescens</i> (Pursh.) Nutt., a Diferente Nivel de Fertilización Foliar	.....358
Rubio-Ceja JF, JF Villanueva-Ávalos, JA Cárdenas-Sánchez ¹ y JA Bonilla-Cárdenas. Evaluación Agronómica y Producción de Forraje en Nueve Variedades de Caña de Azúcar (<i>Saccharum Officinarum</i>) Bajo Condiciones de Temporal en Trópico Seco	.....361
Pérez-Hernández A, AR Quero C, JAS Escalante-Estrada, L Mendoza-Onofre, MT Rodríguez-González, ² S Garduño-Velázquez. Análisis de Crecimiento en Cuatro Variedades de Sorgo Forrajero en Clima Templado	.....365
Eficiencia Ecológica en el Uso del Pastizal	
García-García A, H Gutiérrez-Bañuelos, RA Sánchez-Gutiérrez, R Gutiérrez-Luna, AR Quero-Carrillo, A Espinoza-Canales, A Muro-Reyes, FJ Gutiérrez-Piña. Evaluación Productiva y Bromatológica de Fuentes Forrajeras Sembradas bajo Condiciones de Sequía Atípica en Regiones Semiáridas del Estado De Zacatecas	.....370
Hernández Guzmán FJ, J. Salazar, N Elizondo, AR Quero C. Análisis de Crecimiento de Variedades de Bermuda en la Época Seca y Fría, en Temporal.	.....374

EFICIENCIA DE USO DEL PASTIZAL

“Las gramíneas son de crecimiento de verano, las arbustivas nos ayudan a alimentar el ganado durante la época de escasez. Debemos planear para mejorar la densidad y vigor de especies valiosas como las gramíneas y cosechar el sol y la lluvia que son la fuente gratuita de producción mediante las plantas forrajeras en excelente condición”.

EVALUACIÓN PRODUCTIVA Y BROMATOLÓGICA DE FUENTES FORRAJERAS SEMBRADAS BAJO CONDICIONES DE SEQUÍA ATÍPICA EN REGIONES SEMIÁRIDAS DEL ESTADO DE ZACATECAS.

BROMATOLOGICAL AND PRODUCTIVE EVALUATION OF FORAGE SOURCES PLANTED
UNDER UNUSUAL DROUGHT CONDITIONS IN SEMIARID REGIONS OF ZACATECAS STATE.

García-García A.¹, Gutiérrez-Bañuelos H.¹, Sánchez-Gutiérrez R. A.², Gutiérrez-Luna R.², Quero-Carrillo A.³, Espinoza-Canales A.¹, Muro-Reyes A.¹, Gutiérrez-Piña F.J.¹

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-CIRNOC-CEZAC. Zacatecas. ³Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.
gtzbahector@hotmail.com

RESUMEN

Las regiones semiáridas han sido usadas para actividad agrícola de temporal, tratando de proveer forraje al ganado que allí habita. Durante el año que se realizó el presente trabajo (2012) se presentó una de las sequías más severas presentándose sólo el 60% de lluvia del registro histórico. El trabajo de investigación se estableció con el objetivo de evaluar la producción y el perfil bromatológico de varias fuentes de forraje. Los tratamientos incluyeron la siembra de nopal, maíz (v. cafime) sembrado en curvas a nivel (Maíz CN), maíz sembrado sin curvas a nivel (Maíz ST), siembra de Avena (v. Cuauhtemoc) a doble hilera (Avena DH), y siembra de avena asociada con ebo (*Vicia sativa*), usando como grupo testigo la producción de pastos del agostadero. El maíz ST produjo más cantidad de forraje verde (12080 kg) por ha ($P < 0.05$) que los demás cultivos. No se presentaron diferencias ($P > 0.05$) entre el grupo testigo (Pastos) y las otras siembras en cuanto a la producción de forraje verde. En cuanto a producción de materia seca por ha, el maíz ST obtuvo mayor producción (2139 kg) ($P < 0.05$) que los demás cultivos pero no hubo diferencia en cuanto a éste con la producción de pastos del agostadero (1197 kg). El perfil bromatológico muestra que los tratamientos de avena tuvieron mayor cantidad de PC (16.2 y 15.7% para Avena DH y avena con ebo, respectivamente) que el nopal (6.6%), siendo similar a los demás tratamientos, incluyendo la producción de pastos del agostadero (12.2). El nopal mostró los menores niveles de FND y FAD (36.1 y 14.6%, respectivamente). Se concluye que durante una sequía atípica donde cae sólo el 60% de la lluvia esperada, en condiciones semiáridas los pastos de agostaderos tienen pocas diferencias productivas y bromatológicas a los cereales o nopal forrajeros sembrados.

Palabras clave: Forrajes, sequía atípica, producción, perfil bromatológico.

ABSTRACT

Semi-arid regions have been used for rainfed farming, providing forage to the cattle that growth under these conditions. During the year elapsed for the present research (2012), it was presented one of the most severe droughts, observing less than half of the historical record rain. Main objectives of this paper were to evaluate yield and bromatological profile of forages sources. Treatments included planting opuntia, corn planted in contour (Corn CN), corn without contour (Corn ST), oats planted in double rows (oat DR), and association of oat and ebo (oat/ebo), using rangeland grasses as production control group. "Corn ST" treatment produced more green forage (12080 kg) per ha than the other crops. There were no differences ($P > 0.05$) among control group (rangeland grasses) and the other crops on green forage production. Dry matter production per ha showed that corn ST yield higher levels (2139 kg) ($P < 0.05$) than the other crops but no difference was observed with rangeland grasses (1197 kg). Bromatological profile showed that oat treatments

yield more CP (16.2 and 15.7 for oat DR and oat/evo, respectively) than opuntia, but similar than the others. Opuntia produced lowest levels of NDF and ADF (36.1 and 14.6%, respectively) compared with the others. It is concluded that during severe drought conditions where rainfall is less than 60% of the historical record, rangeland grasses shown minimal yield and bromatological differences to the forage crops and opuntia planted.

Key words: Forage, severe drought, yield, bromatological profile.

INTRODUCCIÓN

En Zacatecas las zonas áridas y semiáridas ocupan aproximadamente el 70 % de la superficie. En el Altiplano Zacatecano más de 5 millones de ha se dedican a la explotación pecuaria extensiva, donde se practica el pastoreo continuo en los agostaderos. Especies naturales en los agostaderos (pastos, arbustivas, hierbas, cactáceas), son de gran valor forrajero cambiando su contenido de nutrientes y la disponibilidad en cada estación del año. Sin embargo, la vegetación nativa no satisface completamente la demanda total de materia seca de la población ganadera. Para solventarla los productores recurren al uso de forrajes cultivados y residuos de cosecha, los cuales juegan un papel preponderante en la sostenibilidad de los sistemas de producción (Ibarra., *et al* 2007). La agricultura de temporal para la producción de forrajes está influenciada por las condiciones climáticas, principalmente por la distribución irregular de las lluvias y por la incidencia de heladas. Es importante definir la época en que se presentan periodos de excesos de agua y definir algunas técnicas para su uso *in situ* y lograr un aprovechamiento óptimo (Arteaga., *et al* 2000). La mayor parte del territorio nacional concentra las lluvias de Junio a Septiembre con lluvias bajas en invierno (Semarnat, 2005). La sequía puede afectar la actividad agrícola y pecuaria, si el productor no maneja racionalmente sus recursos vegetales y animales, pudiendo dañar negativamente no solo su economía inmediata, sino también a largo plazo (Serrato., *et al* 2001). El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la producción y perfil bromatológico de cereales forrajeros sembrados en áreas agrícolas y nopal forrajero comparados con los pastos de agostaderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un rancho ubicado en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas, situado en las coordenadas geográficas 102° 36'24 Longitud Oeste y 23°36'3 Latitud Norte, con una altitud de 2010 msnm. Los tratamientos incluyeron la siembra de nopal (*Opuntia spp.*), maíz (*Zea mays*, v. cafime) sembrado en curvas a nivel (Maíz CN), maíz sembrado sin curvas a nivel (Maíz ST), siembra de Avena (*Avena sativa* v. Cuauhtemoc) a doble hilera (Avena DH), y siembra de avena asociada con ebo (*Vicia sativa*) (60:40), usando como grupo testigo la producción de pastos del agostadero.

El maíz se sembró el 22 de julio con una densidad de siembra de 40 kg/ha, recolectando muestras el 25 de Octubre. Tanto en siembra tradicional como en curvas a nivel se muestrearon aleatoriamente 6 surcos de 0.76 m de ancho por 1m de largo, siendo cada surco una repetición. La siembra de la avena como monocultivo y en asociación se realizó el 21 de julio del 2012 con una densidad de siembra de 70 kg/ha, las muestras se recolectaron el 25 de Octubre. El diseño fue completamente al azar con cuatro repeticiones cada tratamiento muestreando surcos de 0.76 m por 1m de largo. El nopal forrajero se plantó el 2 de junio del 2012 con una densidad de 6100 plantas por ha, plantando sólo una planta. Las muestras se recolectaron el 18 de octubre, siendo el diseño del experimento completamente al azar con diez repeticiones, la unidad experimental fue el total de pencas nuevas que crecieron en una planta. Como grupo testigo se utilizó un agostadero libre de pastoreo desde el mes de Junio, tomando 8 muestras aleatorias de 1m de ancho por 2m de largo el 25 de Octubre. Las muestras recolectadas en el agostadero contenían principalmente,

zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), Pasto navajita (*Bouteloua gracilis*), pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*) y hierbas anuales.

El ciclo de cultivo del año 2012 fue afectado por la sequía y la distribución temporal de la lluvia. La precipitación del año del experimento (228 mm) y el histórico (374mm) es presentada en Cuadro 1.

Cuadro 1. Precipitación observada (Rancho) e histórica en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2012	3	18	0	0	0	28	98	5	72	4	0	0
Histórico	19	5	2	9	21	54	69	76	61	33	14	11

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en el Cuadro 2. La distribución de la lluvia a lo largo del tiempo y la cantidad de precipitación tienen efectos definitorios en la productividad de áreas de cultivo y en menor escala en los agostaderos. No obstante se usaron técnicas de siembra para incrementar la cantidad de los cereales sembrados, como curvas a nivel, siembra a doble hilo, y la asociación de cultivos (Farrell y Altieri, 1997), no se observaron mejorías en la cantidad o calidad del forraje producido. La mayor productividad (4.5X) en forraje verde se obtuvo con el maíz sembrado sin curvas a nivel. Lo cual no parecería lógico siendo que se usaron curvas a nivel, lo que demuestra que los microsistemas y características del suelo tuvieron más efecto que las técnicas usadas para captar el agua. Además de que la sequía (60% del promedio histórico) se manifestó en un crecimiento errático de los cultivos. Los tratamientos de avena y avena con ebo mostraron la mayor cantidad de PC, siendo ligeramente superiores a lo reportado por otros autores (Espitia *et al.*, 2012) siendo al menos 9% BS mayores que el nopal, el cual presentó la menor cantidad.

Cuadro 2. Perfil bromatológico y productividad de diferentes cereales, nopal y pastos de agostaderos bajo condiciones de sequía en climas semiáridos.

	Pastos	Nopal	Maíz CN [*]	Maíz ST [#]	Avena DH ^{&}	Avena/evo	EEM	P=
MS, %	49.7a	8.4b	25.0ab	16.8b	37.4a	29.9a	7.8	0.001
Cenizas, %	11.0a	15.8ab	14.7ab	10.6a	18.1b	18.4b	3.9	0.012
MO, %	89.0a	84.2ab	85.3ab	89.4a	81.9b	81.6b	4.4	0.012
PC, %	12.2ab	6.6a	13.8ab	12.2ab	16.2b	15.7b	2.1	0.001
FND, %	57.8b	36.1a	56.7b	61.9bc	51.7b	67.2c	7.1	0.001
FAD, %	43.2c	14.6a	30.9b	35.3b	31.9b	33.1b	3.9	0.001
kg/ha	2497a	2090a	1849a	12080b	1348a	1446a	3875	0.002
kg/MS/ha	1197ab	170b	365b	2139a	315b	363b	622	0.001

*Maíz CN= Maíz sembrado en curvas a nivel; #Maíz ST= Maíz siembra tradicional sin curvas a nivel; & Avena DH= Avena sembrada a doble hilera. ^{abc}Diferentes literales dentro de cada renglón difieren con P<0.05 mediante la prueba de poder de Tukey.

CONCLUSIONES

Durante una sequía atípica donde calló sólo el 60% de la lluvia esperada en condiciones semiáridas, los pastos de agostaderos tienen pocas diferencias productivas y bromatológicas en comparación con cereales como el maíz y avena, o el nopal forrajero sembrados.

LITERATURA CITADA

- Arteaga, R. T., P. M. A. Vázquez, M. P. M. Coras, Z. R. Castro. (2000). Estudio de la lluvia, del balance hídrico, (así como el diseño y restauración de obras de captación hídrica) en zonas semiáridas y áridas de México. VII Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Chapingo, México.
- Espitia Rangel, E., Villaseñor Mir, H. E., Tovar Gómez, R., de la O Olán, M., & Limón Ortega, A. (2012). Momento óptimo de corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(4), 771-783.
- Farrell, J. G., & Altieri, M. A. (1997). *Sistemas agroforestales. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable.* (Ed. MA Altieri). CLADES/ACAO. La Habana, Cuba, 163.
- Ibarra, F. A. F., M. H. R. Martín, A. S. Ortega, F. B. Denogeen, S. M. Moreno. (2007). Alternativas prácticas de conservación y mejoramiento de agostaderos en zonas áridas y semiáridas para su uso en la ovinocultura. INIFAP. Hermosillo, Sonora.
- Inegi (2012). www.cuentame.inegi.org.mx accesado el 15 de julio del 2013.
- Semarnat, 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Edición 2005. México.
- Serrato, R. S., A. G. Ponce, L. M. López. (2001). Utilización de Carga Animal Moderada para Prevenir Daños por Sequía en la Explotación Pecuaria Extensiva. Memorias de la VII Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Chapingo. México.

RENDIMIENTO ESTACIONAL Y ANUAL DE FORRAJE EN RESPUESTA A LA INTERSIEMBRA DE *LEUCAENA* EN PRADERAS DE GUÍNEA

PERFORMANCE SEASONAL AND ANNUAL FORAGE IN RESPONSE TO INTERCROPPING OF
LEUCAENA IN GUINEA GRASSLANDS

Javier E. Castillo H.^{1*}, Fernando Rivas P.¹ y Luís Ortega R.¹

¹ C. E. Mocochoá, CIR-Sureste, INIFAP.

castillo.javier@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue cuantificar la producción de forraje estacional y anual de un sistema de pradera de pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) intersembrada con *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt), en distintos arreglos de siembra. Los tratamientos fueron: franjas de *Leucaena* apartadas cada 3 m con golpes de siembra (espeque) a cada 25 (T1), 50 (T2) y 75 (T3) cm de distancia, franjas de *Leucaena* apartadas cada 5 m con golpes de siembra a cada 25 (T4), 50 (T5) y 75 (T6) cm de distancia, franjas de *Leucaena* apartadas cada 7 m con golpes de siembra a cada 25 (T7), 50 (T8) y 75 (T9) cm de distancia y como testigo, pasto Guinea en monocultivo (T10). Cada tratamiento (excepto el testigo) quedó conformado en franjas de 3 hileras de *Leucaena*, con 50 cm de separación entre ellas. Los datos se sometieron a un análisis de varianza de una vía en un diseño de bloques completos al azar, con comparación de medias a través de contrastes ortogonales. La tasa absoluta de crecimiento del pasto Guinea respondió favorablemente a la intersiembra de *Leucaena*. Durante las épocas de lluvias y seca, el Guinea asociado registró en ese orden 17 y 21 % más de crecimiento ($P < 0.05$), comparado con plantas de Guinea en monocultivo. El rendimiento del pasto Guinea y del forraje combinado Guinea-*Leucaena* fueron similares ($P > 0.05$). La producción anual de forraje de *Leucaena* comestible (follaje y tallos < 0.6 cm de diámetro) fue de 2.57, 2.40 y 1.2 t MS/ha sembrado en distancias de 3, 5 y 7 m, respectivamente. *Leucaena* sembrada a 25 o 50 cm resultaron con rendimientos de 2.32 y 2.20 t MS/ha/año y fueron superiores ($P < 0.05$) al de siembras cada 75 cm con 1.65 t MS/ha/año. *Leucaena* intersembrada en pasturas de Guinea en franjas apartadas cada 3 o 5 m y con plantas sembradas dentro de una hilera o línea cada 25 o 50 cm, resultó en importantes producciones de biomasa de esta leguminosa, permitiendo el mejoramiento de praderas en el trópico mexicano.

ABSTRACT

The aim of the study was to quantify seasonal and annual system of Guinea grass meadow forage production (*Panicum maximum* Jacq.) intercropped with *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (LAM.) De Witt), in different sowing arrangements. Treatments were: strips of *Leucaena* every 3 m apart with seeding (handspike) to every 25 (T1), 50 (T2) and 75 (T3) cm distance, *Leucaena* strips away each 5 m hand spiked every 25 (T4), 50 (T5) and 75 (T6) cm distance, *Leucaena* strips away each 7 m hand spiked every 25 (T7) 50 (T8) and 75 (T9) cm away and as a control, Guinea grass in monoculture (T10). Each treatment (but control) was made in strips of 3 rows of *Leucaena*, 50 cm apart between them. The data were subjected to one way ANOVA in a randomized complete block design, with comparison of means through orthogonal contrasts. The absolute growth rate of Guinea grass responded favorably to the intercropping of *Leucaena*. During the rainy season and dry, the associated Guinea recorded in that order 17 and 21 % more growth ($P < 0.05$), compared with Guinea plants in monoculture. Performance of Guinea grass alone and combined Guinea-*Leucaena* forage were not affected ($P > 0.05$). The annual production of edible *Leucaena* forage (foliage and stems < 0.6 cm in diameter) was 2.57, 2.40 and 1.2 t DM/ha sown at distances of 3, 5 and 7 m, respectively. *Leucaena* planted 25 or 50 cm were found with yields of 2.20 to 2.32 t DM/ha/year and were higher ($P < 0.05$) to 1.65 t DM/ha/year in crops of 75 cm. *Leucaena* pastures intercropped with Guinea in strips away every 3 or 5 m and plants sown within a row or every 25 or

50 cm line, resulted in significant productions of this legume biomass, enabling the improvement of grasslands in the Mexican tropics.

Palabras clave: Intersiembra, producción, Leucaena, Guinea, franjas.

INTRODUCCIÓN

La intersiembra de leguminosas en praderas puede mejorar la calidad de la pastura, aumentar la fertilidad del suelo y el rendimiento de la pradera, mejorar el consumo voluntario de forraje y la productividad de los animales. En tierras de pastoreo, la producción de forraje y su calidad son variables críticas en la alimentación de rumiantes. 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. En adición a esto, la calidad de la pastura se incrementa, pudiendo su consumo derivar en mayor rendimiento animal. La intersiembra de Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt) en praderas de pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) asociado a factores que controlan la producción de forraje en modo de arreglo de siembra, no han sido evaluados. El objetivo del trabajo fue cuantificar la producción de forraje estacional y anual de un sistema de pradera de pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) intersembrada con Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt), en distintos arreglos de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en terreno de un productor cooperante (Sr. Abraham Flores Canul) ubicado en el km 7 de la carretera Tizimín a Colonia Yucatán, de junio de 2012 a junio de 2013, abarcando las épocas de lluvias, nortes y seca. Los tratamientos fueron: franjas de Leucaena apartadas cada 3 m con golpes de siembra (espeque) a cada 25 (T1), 50 (T2) y 75 (T3) cm de distancia, franjas de Leucaena apartadas cada 5 m con golpes de siembra a cada 25 (T4), 50 (T5) y 75 (T6) cm de distancia, franjas de Leucaena apartadas cada 7 m con golpes de siembra a cada 25 (T7), 50 (T8) y 75 (T9) cm de distancia y como testigo, pasto Guinea en monocultivo (T10). Cada tratamiento (excepto el testigo) quedó conformado en franjas de 3 hileras de Leucaena, con 50 cm de separación entre ellas. 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 cuatro repeticiones por tratamiento. El tamaño de la parcela experimental fue de 75 m²; se efectuó un corte de uniformización (junio de 2012) de las plantas a 50 y 10 cm sobre el nivel del suelo en Leucaena y Guinea, respectivamente. En las plantas de Leucaena y Guinea se evaluó altura de planta (cm), tasa absoluta de crecimiento (cm/semana) y producción de forraje en materia seca (t/ha). Los datos se sometieron a un análisis de varianza de una vía en un diseño de bloques completos al azar, con comparación de medias a través de contrastes ortogonales (SAS, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa absoluta de crecimiento (Cuadro 1) del pasto Guinea respondió favorablemente a la intersiembra de Leucaena. Durante las épocas de lluvias y seca, el Guinea asociado registró en ese orden 17 y 21 % más de crecimiento ($P<0.05$), comparado con plantas de Guinea en monocultivo.

Durante la época de lluvias, la práctica de intercalar Leucaena 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 su tasas absolutas de crecimiento (TAC), comparado con la pradera de Guinea en monocultivo. En la época de nortes, las TAC del pasto Guinea se mantuvieron similares ($P>0.05$) a través de los tratamientos

evaluados, con un promedio general de 1.9 cm/semana. En la época crítica de seca, la TAC del pasto Guinea asociado fue mayor al del Guinea en monocultivo. De forma similar a lo observado en la época de lluvias, la gramínea respondió significativamente a la siembra de *Leucaena*, indistintamente de la distancia entre hileras o distancia entre plantas aquí estudiados (Cuadro 1). El mayor crecimiento observado en la pradera de Guinea al intercalar *Leucaena*, confirma las ventajas reportadas en la literatura, sobre la compatibilidad de estas dos especies en el trópico y en particular, en el mejoramiento de las tasas de crecimiento del pasto Guinea (Wencomo, 2005). Con respecto a la producción de forraje (Cuadro 2), se observó que la *Leucaena* varió significativamente ($P<0.05$) en respuesta al arreglo de los tratamientos, mientras que el rendimiento del pasto Guinea y del forraje combinado Guinea-*Leucaena* se mantuvieron sin cambios importantes ($P>0.05$).

Cuadro 1. Tasa absoluta de crecimiento de plantas de guinea en respuesta al arreglo de siembra de *Leucaena* intercalada, en tres épocas del año.

Tratamiento	Época		
	Lluvias	Nortes cm semana ⁻¹	Seca
1. Hileras de 3 m y 25 cm entre plantas	10.6	1.8	2.6
2. Hileras de 3 m y 50 cm entre plantas	11.0	2.1	2.6
3. Hileras de 3 m y 75 cm entre plantas	10.9	2.1	2.5
4. Hileras de 5 m y 25 cm entre plantas	10.8	1.8	2.3
5. Hileras de 5 m y 50 cm entre plantas	10.8	2.0	2.4
6. Hileras de 5 m y 75 cm entre plantas	11.1	2.0	2.5
7. Hileras de 7 m y 25 cm entre plantas	10.9	1.7	2.6
8. Hileras de 7 m y 50 cm entre plantas	10.7	1.7	2.2
9. Hileras de 7 m y 75 cm entre plantas	10.6	1.8	2.2
10. Guinea en monocultivo	9.2	1.7	2.0
Efecto de distancia entre hileras		Promedio de contraste y significancia ^a	
Tratamiento 1 a 3 vs. 10		10.8 vs 9.2***	2.0 vs 1.7ns 2.6 vs 2.0***
Tratamiento 4 a 6 vs. 10		10.9 vs 9.2***	1.9 vs 1.7ns 2.4 vs 2.0***
Tratamiento 7 a 9 vs. 10		10.7 vs 9.2***	1.7 vs 1.7ns 2.3 vs 2.0*
Tratamiento 1 a 3 vs. 4 a 6		10.8 vs 10.9ns	2.0 vs 1.9ns 2.6 vs 2.4ns
Tratamiento 1 a 3 vs. 7 a 9		10.8 vs 10.7ns	2.0 vs 1.7ns 2.6 vs 2.3*
Tratamiento 4 a 6 vs. 7 a 9		10.9 vs 10.7ns	1.9 vs 1.7ns 2.4 vs 2.3ns
Efecto de distancia entre plantas			
Tratamiento 1, 4 y 7 vs. 10		10.8 vs 9.2***	1.8 vs 1.7ns 2.5 vs 2.0***
Tratamiento 2, 5 y 8 vs. 10		10.8 vs 9.2***	1.9 vs 1.7ns 2.4 vs 2.0***
Tratamiento 3, 6 y 9 vs. 10		10.9 vs 9.2***	2.0 vs 1.7ns 2.4 vs 2.0***
Tratamiento 1, 4 y 7 vs. 2, 5 y 8		10.8 vs 10.8ns	1.8 vs 1.9ns 2.5 vs 2.4ns
Tratamiento 1, 4 y 7 vs. 3, 6 y 9		10.8 vs 10.9ns	1.8 vs 1.2ns 2.5 vs 2.4ns
Tratamiento 2, 5 y 8 vs. 3, 6 y 9		10.8 vs 10.9ns	1.9 vs 2.0ns 2.4 vs 2.4ns

^a ns, *, **, *** indica no significativo, significativo a 0.05, 0.01 and 0.001, respectivamente.

Para el efecto de la distancia de siembra entre hileras de *Leucaena*, se observó que siembras cada 3 o 5 m resultaron con rendimientos de forraje similares ($P>0.05$), en las tres distintas épocas del año y en el total de forraje acumulado. Por otra parte, la siembra de *Leucaena* en hileras distanciadas cada 7 m, resultó con menores producciones de materia seca, comparado con siembras cada 3 o 5 m. La producción anual de forraje de *Leucaena* comestible (follaje y tallos <0.6 cm de diámetro) fue de 2.57, 2.40 y 1.20 t MS/ha sembrado en distancias de 3, 5 y 7 m, respectivamente.

Con relación a la influencia de la distancia entre plantas en la producción de forraje, se observó que siembras cada 0.25 o 0.50 m, resultaron con rendimientos similares ($P>0.05$) en las tres épocas de estudio. Distancias de siembra de 0.75 m entre plantas resultaron con bajos rendimientos, al ser comparados con siembras cada 0.25 o 0.50 m. La producción de forraje en

distancias de 0.25, 0.50 y 0.75 m entre plantas, resultaron en ese orden con rendimientos de 2.32, 2.20 y 1.65 t MS/ha/año.

Cuadro 2. Producción de forraje de Leucaena en respuesta a su arreglo de intersembrado en una pradera de guinea común, en tres épocas del año.

Tratamiento	Época			Total
	Lluvias	Nortes	Seca	
t MS ha ⁻¹				
1. Hileras de 3 m y 25 cm entre plantas	1.75	0.68	0.63	3.06
2. Hileras de 3 m y 50 cm entre plantas	1.53	0.49	0.47	2.49
3. Hileras de 3 m y 75 cm entre plantas	1.14	0.45	0.58	2.17
4. Hileras de 5 m y 25 cm entre plantas	1.34	0.53	0.52	2.39
5. Hileras de 5 m y 50 cm entre plantas	1.74	0.62	0.51	2.87
6. Hileras de 5 m y 75 cm entre plantas	1.06	0.43	0.44	1.93
7. Hileras de 7 m y 25 cm entre plantas	0.83	0.32	0.35	1.50
8. Hileras de 7 m y 50 cm entre plantas	0.68	0.29	0.27	1.24
9. Hileras de 7 m y 75 cm entre plantas	0.48	0.18	0.19	0.85
Efecto de distancia entre hileras		Promedio de contraste y significancia ^a		
Tratamiento 1, 2 y 3 vs. 4, 5 y 6	1.47 vs. 1.38ns	0.54 vs. 0.53ns	0.56 vs. 0.49ns	2.57 vs. 2.40ns
Tratamiento 1, 2 y 3 vs. 7, 8 y 9	1.47 vs. 0.66***	0.54 vs. 0.26***	0.56 vs. 0.27***	2.57 vs. 1.20***
Tratamiento 4, 5 y 6 vs. 7, 8 y 9	1.38 vs. 0.66***	0.53 vs. 0.26***	0.49 vs. 0.27***	2.40 vs. 1.20***
Efecto de distancia entre plantas				
Tratamiento 1, 4 y 7 vs. 2, 5 y 8	1.31 vs. 1.32ns	0.51 vs. 0.35ns	0.50 vs. 0.42ns	2.32 vs. 2.20ns
Tratamiento 1, 4 y 7 vs. 3, 6 y 9	1.31 vs. 0.89***	0.51 vs. 0.35***	0.50 vs. 0.40ns	2.32 vs. 1.65***
Tratamiento 2, 5 y 8 vs. 3, 6 y 9	1.32 vs. 0.89***	0.47 vs. 0.35*	0.42 vs. 0.40ns	2.20 vs. 1.65**

^a ns, *, **, *** indica no significativo, significativo a 0.05, 0.01 and 0.001, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS. Los autores expresan su reconocimiento a la SAGARPA y al CONACYT por el parcial financiamiento de este proyecto.

CONCLUSIONES

Leucaena intersembrada en pasturas de Guinea en franjas apartadas cada 3 o 5 m y con plantas sembradas dentro de una hilera o línea cada 25 o 50 cm, resultó en importantes producciones de biomasa de esta leguminosa; el trópico mexicano y en praderas de Guinea con antecedentes de varios años de utilización, la estrategia de intercalar Leucaena podría permitir no solo el mejoramiento de la pradera, sino también su persistencia.

LITERATURA CITADA

SAS Institute Inc. 2009. SAS/STAT 9.2 User's Guide, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
Wencomo, H. B. 2005. Comportamiento agronómico de una asociación de leucaena con otras especies vegetales. Pastos y forrajes. 28(3):221-232.

RESPUESTA DEL PASTIZAL EXCLUIDO AL PASTOREO EN EL PARQUE NACIONAL SIERRA DE ÓRGANOS, SOMBRERETE, ZACATECAS, MÉXICO

RESPONSE RANGELAND EXCLUDED TO GRAZING IN PARQUE NACIONAL SIERRA DE
ORGANOS, SOMBRERETE, ZACATECAS, MEXICO

Miguel Márquez Madrid¹, Ricardo David Valdez Cepeda¹,
Raúl René Ruiz Garduño¹, y Fidel Blanco Macías¹.

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro-Norte. Zacatecas, Zacatecas, México. C. Cruz del Sur No. 100, Col. Constelación C.P. 98085, El Orito Zacatecas, Zac., México. Tel. (492)9246147. Miguel Márquez Madrid: propepecuarias@yahoo.com.mx

RESUMEN

La exclusión al pastoreo evita que el ganado pastoree una determinada superficie, favoreciendo los procesos de sucesión ecológica de la vegetación nativa. La presente investigación se realizó en el Parque Nacional Sierra de Órganos, que se ubica en el municipio de Sombrerete, Zacatecas, México. El objetivo fue evaluar los efectos de la exclusión al pastoreo en el pastizal, en el periodo 2008-2012. Se realizaron tres monitoreos en el pastizal, el primero en 2008, cuando inició la exclusión, el segundo en 2010 y el tercero en 2012. Se utilizó la metodología "Early Warning Biological Monitoring -Rangelands and Grasslands" (ASCHM, 1999). Los resultados registran que de 2008 a 2012, la cobertura basal cambió de 8 a 16%, la cobertura del mantillo de 16 a 37%, la cobertura del suelo de 24 a 53% y la cobertura de dosel de 12 a 28%. Se concluye que la exclusión al pastoreo contribuyó a recupera la cobertura del suelo del pastizal del Parque.

Palabras clave: Cobertura basal, mantillo y cobertura de dosel.

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Sierra de Órganos (PNSO) abarca una superficie de 1,124.6 ha de propiedad ejidal. Es una zona ecoturística importante, debido a la belleza escénica que producen las formaciones rocosas del lugar y por el valor social, económico, ambiental y científico que significa la biodiversidad presente en el ecosistema. El uso potencial del suelo es forestal, sin embargo los poseedores del lugar lo han diversificado hacia la agricultura y la ganadería, sin poseer aptitud para esas actividades.

El uso pecuario que continuamente se hizo en los terrenos del PNSO hasta el 2008, se caracterizó por el manejo inadecuado de las tierras de pastoreo, donde la carga de ganado bovino y equino era mayor a la capacidad forrajera; además, no utilizaban sistemas de pastoreo y el ganado pastoreaba continuamente por periodos prolongados, de tal forma que la vegetación no disponía de tiempo suficiente para recuperarse después de ser consumida, ocasionando un permanente sobrepastoreo y deterioro de la vegetación y del suelo.

El sobrepastoreo conduce al deterioro de las tierras de pastoreo porque reduce el mantillo, la cubierta vegetal y las raíces, y por lo tanto encauza el agostadero hacia una sucesión negativa, con el consecuente incremento de suelo desnudo por la pérdida de plantas de calidad y aparición de plantas y animales menos deseables Savory (2000).

La exclusión de áreas al pastoreo evita que el ganado pastoree, favoreciendo los procesos de sucesión ecológica de la vegetación nativa. La exclusión es una técnica de manejo del suelo y de la vegetación que se aplica para recuperar agostaderos degradados con potencial de recuperación

y para la conservación de pastizales, es considerada como una medida extrema, pues en ocasiones, según el grado de deterioro de las áreas de pastoreo, es necesaria y muchas veces la única opción.

Para evaluar el efecto de la exclusión al pastoreo, la cobertura del suelo es uno de los atributos más utilizados en los pastizales. La cobertura ofrece una variedad de interpretaciones que afectan directamente al manejo de los pastizales, incluyendo la erosión potencial, el valor del hábitat de la vida silvestre, la disponibilidad de forraje y las tendencias de la condición del pastizal (Muir y McClaran, 1997).

En México, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad (CONANP, 2011). Lo anterior es posible cuando se aplica adecuadamente el programa de manejo de la ANP, instrumento técnico-jurídico que facilita la realización de distintas medidas tendientes a conseguir la conservación de los recursos naturales. Sin embargo, en el PNSO, hasta el día de hoy, no se aplica ningún programa de manejo, solamente se realizan algunas acciones enfocadas a conservar los recursos naturales, una de ellas es la exclusión al pastoreo. El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de la exclusión al pastoreo en la cobertura del suelo del pastizal del Parque Nacional Sierra de Órganos, en el periodo 2008-2012.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Parque Nacional Sierra de Órganos que se ubica al noroeste del municipio de Sombrerete, Zacatecas (Figura 1). El clima es templado, C(w₀) (w) a (e), con lluvias en verano. El volumen de la precipitación anual que se registró en el periodo de estudio se presenta en la Figura 4. La fisiografía se caracteriza por una sierra baja de roca volcánica con escarpes, crestas y topografía de montaña. Además existen pequeños valles con topografía plano-ondulada y pendientes bajas con residuos aluviales. Los suelos que posee son el Fluvisol, Xerosol y Litosol eútrico.

Los tipos de vegetación en el PNSO por orden de abundancia son: Bosque de Pino-Encino-Pastizal natural, Chaparral-Bosque de *Juniperus*, Pastizal natural-Matorral espinoso-Nopalera y Matorral Crasi-Rosulifolio. Existe una especie (*Mammillaria moelleriana*) endémica y sujeta a protección especial. Con relación a la fauna, adentro del PNSO y en su zona de influencia se han identificado once especies de fauna que están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2002), en algún estatus de protección. El uso actual del suelo en el Parque está dado por la vegetación antes descrita, así como pecuario, agrícola y ecoturístico.

La exclusión al pastoreo inició en verano de 2008, sacando todo el ganado del área del PNSO y continuó hasta 2012. No obstante que el Parque fue decretado como ANP el 2000, en ese lapso se continuó con el manejo tradicional que se hacía desde antes del decreto, caracterizado por una carga animal mayor a la capacidad de sustentación y pastoreo sin control, causando deterioro de la vegetación y del suelo.

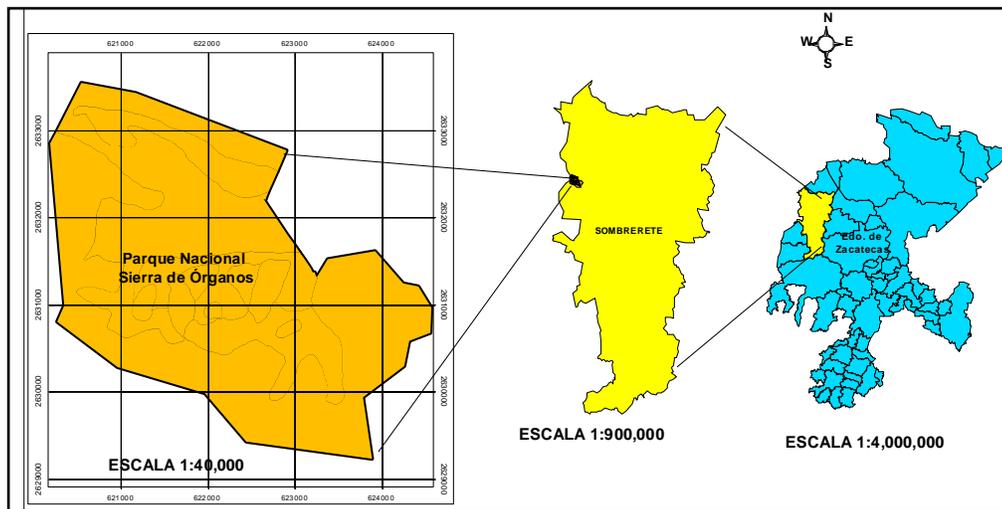


Figura 1. Ubicación geográfica del Parque Nacional Sierra de Órganos, Sombrete, Zacatecas, México.

En las áreas de pastizal del PNSO se establecieron estratégicamente cinco transectos de monitoreo, en cada uno de ellos se obtuvo información de 100 puntos seleccionados al azar. Se realizaron tres monitoreos, el primero en 2008, cuando inició la exclusión, el segundo en 2010 y el tercero en 2012. En los tres monitoreos la información se obtuvo en otoño utilizando la metodología “Early Warning Biological Monitoring -Rangelands and Grasslands” del Centro de Allan Savory para el Manejo Holístico (1999). Los indicadores que se evaluaron fueron: cobertura basal, cobertura de mantillo, suelo desnudo y cobertura del dosel o aérea. La cobertura basal se obtuvo únicamente de especies perennes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la cobertura del suelo del pastizal del PNSO para el periodo análisis 2008-2012 se presentan en la Figura 2 y los de la cobertura de dosel en la 3. En el periodo de análisis, el área basal de las plantas perennes se incrementó ocho puntos porcentuales, al pasar su cobertura en el suelo de 8 a 16%. La cobertura basal proporciona la medida más confiable para monitorear la tendencia del pastizal (particularmente cuando se centra en los componentes herbáceos), debido a que es menos sensible a las fluctuaciones causadas por las condiciones ambientales de temporada o la historia inmediata de pastoreo (Muir y McClaran, 1997). La cobertura basal fue dominada por gramíneas, en el lapso de estudio registró un deseno de tres puntos, al cambiar de 94 al 91%, la cobertura de herbáceas se incrementó de 5 a 8% y la de arbustivas permaneció en 1%. La cobertura de mantillo compuesta de residuos de plantas y animales que caen al suelo aumentó 21 puntos porcentuales, al cambiar de 16 a 37% su cobertura de 2008 a 2012.

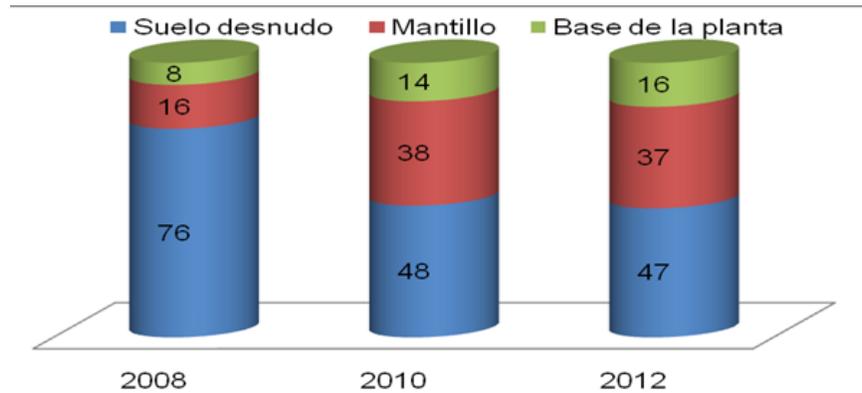


Figura 2. Cobertura del suelo (%) en el pastizal del Parque Nacional Sierra de Órganos, Sombrerete, Zacatecas, México (2008-2012).

La proporción de suelo desnudo descendió 29 puntos porcentuales de 2008 a 2012, al pasar de 76 a 47%. Por consiguiente, la cobertura total de suelo, integrada por el suelo cubierto por la base de la planta y el mantillo aumentó 29 puntos, al cambiar de 24 a 53%. La cobertura del suelo es considerada como el mejor indicador de la protección del paisaje frente a la erosión (Muir y McClaran, 1997).

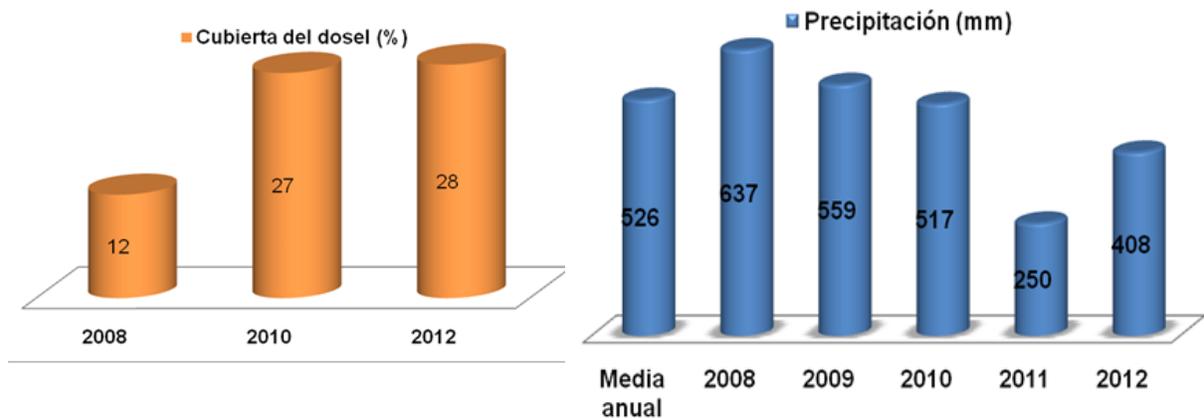


Figura 3. Cobertura del dosel (%) en el pastizal del Parque Nacional Sierra de Órganos, Sombrerete, Zacatecas, México (2008-2012).

Figura 4. Precipitación (mm) en el Parque Nacional Sierra de Órganos, Sombrerete, Zacatecas, México (2008-2012).

La cobertura del dosel es un atributo importante para describir el hábitat de la vida silvestre y también se relaciona con la disponibilidad de forraje. En el periodo de análisis aumentó 16 puntos, al cambiar de 12% al 28%.

El comportamiento de la precipitación en el periodo de estudio probablemente influyó en la dinámica de la cobertura basal y aérea, pues el mayor y menor incremento de estos atributos, se registró de 2008-2010 y 2010-2012 respectivamente (Figura 2 y 3), mismos periodos en los que la precipitación anual fue mayor y menor con respecto a la media anual (Figura 4).

La tendencia de crecimiento que registró la cobertura basal de 8 puntos porcentuales al cambiar de 8 a 16% en el PNSO, fue en el mismo sentido, solo que en menor proporción a la que reportan

Peña *et al.* (2008) en una investigación similar de cuatro años de exclusión, realizada en áreas protegidas en las Islas Canarias en España, en donde la cobertura vegetal se incrementó 14 puntos porcentajes, al cambiar de 72 a 86%. Estos datos destacan la baja cobertura vegetal que tiene el PNSO, debido al constante deterioro de la vegetación, producto del manejo inadecuado que recibió por mucho tiempo y a su vez evidencia el amplio margen que existe por mejorar.

CONCLUSIONES

La exclusión al pastoreo en el Parque Nacional Sierra de Órganos contribuyó a mejorar la cobertura del pastizal, ya que el área basal de las plantas perennes se incrementó 100%, al cambiar su cobertura de 8 a 16% y el suelo desnudo descendió 62%, en cuatro años de exclusión.

AGRADECIMIENTOS. Al Centro de Investigación en Recursos Naturales y Medio Ambiente del la UACH que financió parcialmente el presente trabajo, mediante el proyecto con clave 137302002.

LITERATURA CITADA

- Allan Savory Center for Holistic Management (ASCHM) 1999. Early Warning Biological Monitoring- Rangelands and Grasslands- Albuquerque, New Mexico. E.U.
- CONANP (2011) Que hacemos. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), consultado el 10 de junio de 2011. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/
- SEMARNAT (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. México, D.F.
- Muir S and McClaran M P (1997) Principles of Rangeland Science and Management Chapter 5. Rangeland Inventory, Monitoring, and Evaluation Arizona, USA. <http://ag.arizona.edu/agric/knowledge/chapter5>.
- Peña A, L A Bermejo, J Mata G, L Nascimento y A Camacho P (2008) Efecto de la exclusión al pastoreo de pequeños rumiantes sobre la cobertura vegetal y sobre la diversidad vegetal en cuatro años de seguimiento en espacios naturales de Canarias. (pp 157-162). En: Fernández Rebollo [Coord.] 2008. Pastos, clave en la gestión de los territorios: integrando disciplinas. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. España.
- Savory A (2000) Taking a Holistic Approach. Preventing Wildfires through Proper Management of the National Forests Oversight Hearing conducted by the House Subcommittee on Forests and Forest Health August 14, 2000, Albuquerque, New México. <http://www.holisticmanagement.org/>

EFFECTO DEL MANEJO EN LA CONDICIÓN DE UN PASTIZAL MEDIANO ARBOSUFRUTESCENTE EN DURANGO, MÉXICO.

EFFECT OF THE MANAGEMENT ON THE RANGE CONDITION OF A SHORT GRASS RANGE
WITH SHRUBS, IN DURANGO, MEXICO.

Patricia de la Barrera Zamora¹, Francisco Oscar Carrete Carreón^{2*},
Christian A Wehenkel³, Fernando Sánchez Arroyo².

¹Candidato a obtener el grado en la Facultad de Ciencias Forestales de la UJED, Río Papaloapan y Boulevard Durango s/n, Colonia Valle del Sur. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Durango Mezquital km 11.5 Tel. (618) 818-9932. focc1928mx@yahoo.com ³Facultad de Ciencias Forestales de la UJED

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en un pastizal mediano arbosufrutescente del Ejido La Parrilla, Municipio de Nombre de Dios, Dgo., México. Se utilizó el método de línea de puntos interceptados, con la finalidad de definir el efecto del descanso y el pastoreo controlado sobre el comportamiento del pastizal. Para esto se definieron tres sitios en base a la tenencia de la tierra y manejo del predio, los cuales durante más de 50 años tuvieron manejo similar (sobrepastoreo), para luego excluirse del pastoreo durante dos años el sitio dos y durante cuatro años el sitio tres, mientras que el sitio uno continuó con el mismo manejo en mancomún, con un marcado sobrepastoreo. Se realizaron mediciones de la vegetación en los meses de septiembre a diciembre de los años 2007 y 2008. En ambas mediciones se cuantificó la cobertura vegetal, la cantidad de suelo desnudo, roca y materia orgánica, así como la frecuencia de especies, con la finalidad de conocer los cambios que se manifiestan en la composición botánica derivados de un descanso y evaluar la tendencia de la condición del pastizal en los diferentes sitios. Se aplicó un diseño experimental Completamente Aleatorio basado en permutaciones que permitió realizar una comparación de los atributos de la vegetación, encontrándose diferencias estadísticas ($p < 0.025$) entre los sitios 1, 2 y 3 que demuestran que la tendencia del pastizal mejora después de un descanso.

Palabras clave: Pastizales, conservación, exclusión

ABSTRACT

The present work was carried out in a short grass range with shrubs of the "Ejido La Parrilla", Municipality of Nombre de Dios, Dgo., Mexico. It was used the method of line of intercepted points with the purpose of defining the effect of the rest and the controlled grazing on the condition changes of the grassland. For doing this, three sites were established on the basis of the land possession and land management, which for more than 50 years had similar rate of use (overgrazing). Then the site two was excluded of grazing for two years and site three for four years meanwhile site one kept the same management with public concurrence and marked overgrazing. Measurements of the vegetation attributes were made in the periods from September to December 2007 and 2008. In both years the vegetal cover, the amount of ground without vegetation, rock and organic matter as well as the frequency of species, were quantified, with the purpose of knowing the changes that are shown in the range due to a rest period and of evaluating the tendency of the condition of the pastureland in the different sites. A completely random experimental design was applied based on exchanges that allowed to highly make a comparison of the attributes of the vegetation. Statistical differences ($0.025 < p$) among sites 1, 2 and 3 were found that show that the tendency of the pastureland improved after a rest.

Key words: Range condition, conservation, exclusion.

INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales a lo largo del tiempo se han manejado de acuerdo a los intereses de los particulares, sin importar la conservación y/o mejoramiento de los mismos, esto ha provocado que en la actualidad se encuentren degradados, en condición pobre (Beltran *et al.*, 1996; García, *et al.*, 2006). Los dueños de estos pastizales destruidos tienden a abandonarlos tras el fracaso económico de estos suelos improductivos. COTECOCA (1979) y ECOPAD (2007) mencionan que en el norte de México, la situación es grave, ya que 32 millones de hectáreas requieren de siembra total. Para el INEGI (1986), la mayor parte de pastizal se localiza en zonas áridas y semiáridas del país, donde a su vez se ubica la parte central, norte y este del estado de Durango. De la superficie total del estado de Durango, el 52.9% (6'479,524 ha) alimenta una población superior al millón cuatrocientos mil cabezas de ganado bovino (INEGI, 2001). Se ha considerado que el 3.2% de los pastizales medianos abiertos y arborescentes del norte del estado de Durango se encuentran en una condición mala, con la invasión de arbustos, mientras que el 62.5% presentan una condición regular (Ochoa *et al.*, 1987; COEED, 2008). Al respecto, es importante desarrollar actividades de recuperación que permitan el establecimiento y conservación de la vegetación para que estas áreas se vuelvan más productivas y que se revierta la tendencia de la condición hasta llegar a la vegetación climax con objeto de conservar adicionalmente el suelo y el agua (Padilla *et al.*, 2009).

El Ejido La Parrilla, Durango contaba con un Grupo Ganadero para la Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT), constituido por productores ejidatarios y debido a sus estrategias de trabajo recibieron capacitación y asesoría para el manejo adecuado de los recursos naturales y del ganado (Sánchez y Carrete, 2002). Por acuerdo de los integrantes del ejido se excluye una hectárea de las tierras de uso común, la cual se compara con una pequeña propiedad y un potrero del agostadero de uso común. Con este trabajo se demuestra a los productores que mediante el manejo adecuado incluyendo el descanso, es posible la recuperación de la condición de los agostaderos y el incremento de la productividad de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en terrenos del agostadero del Ejido La Parrilla, Municipio de Nombre de Dios, Durango, localizados en el Sureste del estado. Las tierras ejidales cuentan con una superficie total de 8,539.83 ha; de las cuales 2,950.58 ha son parcelas agrícolas y 5,392.55 ha son de pastizal de uso común (Trujillo, 2008). Para llevar a cabo la evaluación se establecieron tres sitios. El Sitio 1: Superficie ejidal, corresponde a un potrero de aproximadamente 400 ha, en el cual se encuentra el asentamiento humano de "La Parrilla"; este sitio ha sido utilizado de manera irracional durante mucho tiempo (más de 50 años), la carga animal utilizada ha sido muy superior a la recomendada. Actualmente el sitio tiene una condición pobre, con un coeficiente de agostadero (CA) reportado por COTECOCA (1979) de 30 ha/UA lo que equivaldría a una capacidad de carga animal de 13 UA. Sin embargo, dado que este potrero es el más cercano a las casas y corrales de los ejidatarios, todo el año está pastoreado por una cantidad excesiva de animales, tanto de ganado bovino como equino. Sitio 2: Exclusión, es una superficie de 2 ha que correspondía al mismo potrero del sitio 1, pero que se aisló al pastoreo en el mes de mayo del año 2005 y desde entonces se encuentra cercada y en recuperación. El Sitio 3: Pequeña propiedad, cuenta con 280 ha el cual antes de aislarlo al pastoreo (cercarlo) en el mes de septiembre del 2002; recibió el mismo manejo que el sitio 1 durante más de 50 años. Tres años después, de julio de 2005 hasta julio de 2006, se introdujo ganado bovino, equivalente a una carga de 40 unidades animal, posteriormente permaneció sin ganado.

Para evaluar algunos atributos de la vegetación, en cada sitio se realizaron seis repeticiones, consistentes cada una de ellas en una "línea de puntos interceptados" de una longitud de 50 m. (Herrick *et al.*, 2005). Este es un método rápido y apropiado para cuantificar suelo cubierto, incluyendo la vegetación, mantillo, piedras y costra biológica. Este método correlaciona los incrementos en cobertura aérea con un incremento en la resistencia a la degradación, así como la frecuencia de especies, tal como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Efecto típico en cada atributo con un incremento en el valor de cada indicador (Herrick *et al.*, 2005).

Indicador	Estabilidad del suelo y sitio	Funcionalidad hidrológica	Integridad biótica
Cobertura aérea (%)	+	+	+
Suelo desnudo (%)	-	-	-
Cobertura Basal (%)	+	+	+

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se compara el comportamiento de la tendencia de la condición de un pastizal en porcentaje entre los tres sitios establecidos. Observándose un claro incremento en la cobertura basal y aérea, en los sitios 2 y 3 con respecto al sitio 1 (Figura 1). De acuerdo con Herrick *et al.* (2005) la interpretación básica del transecto de línea de puntos interceptados el sitio pequeña propiedad es el que cuenta con mayor estabilidad del suelo, funcionalidad hidrológica e integridad biótica. Si consideramos que la cobertura basal es más confiable a largo plazo como indicador de resistencia a la degradación; se deduce que la tendencia de la condición mejora con la carga animal adecuada de la pequeña propiedad y la exclusión del agostadero.

Cuadro 2. Cobertura vegetal en un pastizal mediano arbosufrutescente

Indicador	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Cobertura aérea (%)	14.1	34.33	38
Suelo desnudo (%)	35.3	24.33	22
Cobertura basal (%)	3.7	9	8.8

Tendencia de la condición de un pastizal

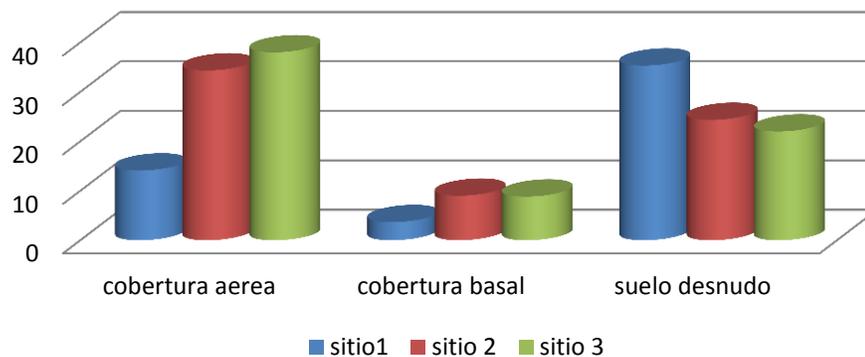


Figura 1. Cobertura vegetal en tres sitios de pastizal del Ejido La Parrilla, Nombre de Dios, Durango.

CONCLUSIONES

El sitio 3 (pequeña propiedad) es el que cuenta con mayor estabilidad del suelo, funcionalidad hidrológica e integridad biótica ya que atributos de la vegetación como es la cobertura vegetal se mejoraron substancialmente con los periodos de descanso y utilización racional del pastizal en un corto y mediano plazo.

LITERATURA CITADA

- Beltrán, L. S.; Loredó, O. C. y Urrutia, M. J. 1996. Manejo y rehabilitación de agostaderos de zonas áridas y semiáridas. En: "Prácticas para la conservación del suelo y agua en zonas áridas y semiáridas" Libro técnico No.1 CIRNE – INIFAP – CE. San Luis Potosí, Méx. pp. 157 - 187.
- COEED. Comité para el Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango. Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango. 2008. Gobierno del estado de Durango - SEMARNAT. p. 64.
- COTECOCA. Comité Técnico Consultivo para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. 1979. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana, Estado de Durango. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Editorial Calypso S.A. México, D.F. p. 200.
- ECOPAD. 2007. Estrategia para la Conservación de Pastizales del Desierto Chihuahuense. Aguirre, C., Holt, J. y A. Lafón (Eds.) Chihuahua, México. p 23.
- García, E. G.; Carrete, C. F.; Andrade, S. P; Ortega, R. S y Flores, M. J. 2006. Evaluación de tres camas de siembra en el establecimiento de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en curvas de nivel en matorrales micrófilos de la región norte centro. Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED, Venecia, Dgo. México. pp: 593 – 597.
- Herrick, J. E.; Van Zee, J. W.; Havstad, K. M.; Burkett L. M. and Whitford, W. G. 2005. Monitoring Manual for Grassland, Shrubland and Savanna Ecosystems. Volume I. USDA-ARS Jornada Experimental Range. Las Cruces, NM, USA. p. 36.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.1986. Anuario Estadístico del Estado de Durango. ISBN 968-892-127-0. México, D.F. pp. 5- 34.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. Anuario Estadístico 2000. Población Ganadera y Avícola, y Existencias de Colmenas por Municipio. ISBN 0188-8641. Durango, Dgo.
- Ochoa, J. G.; González, R. I. y Javalera, R. 1987. Diagnóstico de la Ganadería Extensiva en el Norte del Estado de Durango. Resultados de Investigación sobre Ecología y Manejo de Pastizales en el Norte de Durango 1978-1987. CIFAPED-INIFAP-SARH. Publicación especial. 2:(2-22).
- Padilla, C.; Crespo, G. y Sardiñas, Y. 2009. Degradación y recuperación de pastizales. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 43(4):351–354.
- Sánchez, A. F. y Carrete, C. F. 2002. Validación y transferencia de Tecnología pecuaria en Durango (MODELO GGAVATT). Resultados de investigación INIFAP–DURANGO 2001. Publicación Especial.18:56-60.

**CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS Y PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA
"GARROCHITAS PANALILLO I" SIERRA DE ÁLVAREZ, S.L.P.**

**CHARACTERIZATION OF RESOURCES AND MANAGEMENT PLAN FOR WATERSHED
"GARROCHITAS PANALILLO I" SIERRA DE ALVAREZ, SLP**

¹Betsabé Vázquez López; ^{2*}Catarina Loredo Osti; ²José Luis Lara Mireles;
³Sergio Beltrán López; ²Jorge Alberto Flores Cano

¹Tesista Ingeniera Agroecóloga. ²Profesor Investigador. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de SLP. ³Coord. Académico CECS-UASLP. Km. 14.5 Carretera SLP- Matehuala, Palma de la Cruz, Soledad de GS, S.L.P., Apdo. Postal 32, CP. 78321; (444) 8524057 al 60 (Ext. 1139).
catarina.loredo@uaslp.mx ;

RESUMEN

Los objetivos de este trabajo fueron caracterizar los recursos de la microcuenca Garrochitas Panalillo I, municipio de Villa de Zaragoza, S. L. P., México. Con el apoyo de un SIG y el modelo de predicción de pérdidas de suelo USLE, se estimó el riesgo a la erosión hídrica, considerando cinco categorías: sin riesgo de erosión aparente (pérdidas de suelo < 2.2 t ha⁻¹ año⁻¹), riesgo de erosión ligera (2.2-10 t ha⁻¹), moderada (10-50 t ha⁻¹), alta (50-200 t ha⁻¹) y, muy alta (>200 t ha⁻¹). Se generó una base de datos y se analizó la tecnología disponible para el manejo de los recursos a fin de identificar las prácticas de manejo y conservación más adecuadas. La microcuenca tiene una superficie de 14,054 ha con clima seco templado con lluvias en verano; temperatura media anual 15°C; precipitación media anual: 392.5 mm. Los tipos de suelo dominantes son: Litosol (50%), Xerosol (24.7%) y Phaeozem (11%). Con relación al uso potencial del suelo, 21.5% de la superficie corresponde a la clase IV, limitada por clima y suelo, 18.23% es clase V, 10.58% clase VI, ambas limitadas por suelo y topografía, 16.02% es clase VII y 33.66% clase VIII. En riesgo potencial a la erosión hídrica, 3,274 ha presentan riesgo ligero, 3,526 ha tienen riesgo moderado, 3389 ha riesgo alto y 3811 riesgo muy alto. El coeficiente de agostadero es de 12.6 ha por unidad animal, con una capacidad de carga de 500 UA en una superficie de 6,299 ha. Para la recuperación del pastizal es indispensable el control de la carga animal y rotación de potreros; en terrenos con pendiente es necesario realizar obras de conservación tales como bordos al contorno y control de cárcavas. Aplicando estas recomendaciones la erosión actual del sitio puede reducirse a nivel ligero y moderado.

Palabras clave: Pérdida de suelo, microcuenca, agostaderos.

INTRODUCCIÓN

La erosión hídrica es uno de los procesos importantes de degradación del suelo en México. El tipo de erosión más importante es la hídrica, que afecta 37% del territorio (73 millones de ha). Sus efectos son más evidentes en la formación de cárcavas, lo cual conduce a tener zonas improductivas o de baja productividad para cualquier actividad económica (CONAFOR, 2006). En un estudio realizado por el INIFAP en San Luis Potosí, se estimó el riesgo potencial a la erosión en 32 microcuencas que en 235,517 ha, de las cuales 46% presentaron riesgo leve, 25% presentaron riesgo moderado, 20% riesgo potencial alto y una erosión potencial mayor a 200 t ha⁻¹ año⁻¹ se puede presentar en 8% de la superficie (Loredo *et al.*, 2007). La microcuenca Garrochitas-Panalillo I, se localiza en la vertiente oeste de la Sierra de Álvarez, en la zona de recarga para los acuíferos que abastecen a la ciudad de San Luis Potosí (Loredo *et al.*, 2006). Esta microcuenca presenta diversos problemas de degradación de los recursos entre los cuales sobresalen la sobreutilización de la cubierta vegetal por sobrepastoreo y la erosión del suelo (FIRCO, 2007). Considerando lo anterior los objetivos planteados en este trabajo fueron los siguientes: a) Caracterizar la

microcuenca Garrochitas-Panalillo I; b) Evaluar el riesgo a la erosión hídrica; y, c) Realizar propuestas de manejo de los recursos suelo, agua y vegetación de la microcuenca con énfasis en manejo de pastizales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La microcuenca "Garrochitas Panalillo I", se ubica dentro de las coordenadas 22° 07' 43" - 22° 13' 44" Latitud Norte y 100° 40' 55" - 100° 52' 08" LW. Su altitud sobre el nivel del mar va de 1,850 m a 2,360 m, constituyendo su principal relieve orográfico el Cerro del Borrego. Las localidades que la integran son: Arroyo Hondo, Corral de Palmas, El Arenal, El Cerrito, El Cocolistle, El Llano de Santa Isabel, El Mebrillo, EL Zapote, Emiliano Zapata, Jondablito, La Calera, La Lagunita, La Lomita, La Parada de Zarcido, La Puerta del Arbolito, La Saucedá, Los Castillos, Plan de San José, Rincón de Santa Eduvigis, San Rafael, Santo Domingo, Villa de Zaragoza y Xoconoxtle. Con el apoyo de un Sistema de Información Geográfica se obtuvo el mapa de riesgo potencial a la erosión hídrica utilizando una adaptación (Zárate 1998) que considera a la metodología propuesta por la FAO (1980), basada en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (Wischmeier y Smith, 1978). Para estimar el riesgo a la erosión los factores considerados fueron R, K, LS, (erosividad de la lluvia, erosionabilidad del suelo, factor por longitud de pendiente y grado de pendiente en ese orden). El proceso consistió en obtener información sobre edafología, uso actual, uso potencial (INEGI, 1974), así como el modelo de elevación digital escala 1:50000. La erosividad de la lluvia se obtuvo mediante la ecuación correspondiente a la Región IV: $Y=2.89594x+0.002983x^2$, propuesta por Cortés (1991), considerando que Y se refiere al índice de erosividad y X a la precipitación media anual (Figueroa *et al.*, 1991). Con los resultados de la caracterización y predicción de riesgo a la erosión se realizaron propuestas de manejo para el uso adecuado del suelo de acuerdo a su capacidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la información del Cuadro 1, los tipos de suelos que predominan en la microcuenca son los del tipo litosol, litosol mas phaeozem luvico, xerosol háplico y phaeozem háplico. Con relación al uso actual del suelo, sólo 16% de la superficie se utiliza para la agricultura de temporal. El 84% restante se usa como agostadero (Cuadro 2). La microcuenca cuenta con 1980 ha de pastizales que equivalen a un 14% de la superficie, sin embargo las nopaleras y vegetación arbustiva también son utilizadas como agostadero, con pastoreo extensivo, lo cual aunado a la escasa precipitación pluvial, acelera la erosión de la zona, siendo las especies ganaderas predominantes, los bovinos, ovinos y caprinos.

Cuadro 1. Unidades de suelo presentes en la microcuenca Garrochitas Panalillo I.

Descripción	Unidad de Suelo	Área (ha)	%
Chernozem cálcico	Ck/2	185.20	1.32
Phaeozem háplico	Hh/2	1541.24	10.97
Phaeozem háplico + litosol eutríco	Hh + le/2	271.46	1.93
Litosol	I/2	4763.72	33.89
Litosol+Rendzina+Phaeozem luvico	I+E+HI/3	189.25	1.35
Litosol + Phaeozem luvico	I+HI/2	2256.72	16.06
Litosol + Xerosol háplico	I+Xh/2	652.63	4.64
Castañozem	K/2	719.24	5.12
Xerosol háplico	Xh/2	1699.54	12.09
Xerosol háplico + Litosol eutríco	Xh+le/2	1775.56	12.63

La superficie que corresponde a cada uso potencial del suelo de acuerdo a su capacidad, se presenta en la Figura 1. En ese sentido, la clase IV, con una superficie de 21.52% del total de la microcuenca, presenta fuertes limitaciones por suelo y clima para la producción de cultivos, por lo

cual se recomienda seleccionar los cultivos a establecer de acuerdo a los requerimientos que ofrece la zona, de preferencia para la producción de forrajes anuales que puedan ser ensilados o henificados como maíz, sorgo, avena o trigo. Debido a que la mayoría de los productores combinan actividades agrícolas y ganaderas se recomienda que estas tierras se dediquen a la producción de forrajes mediante reconversión productiva.

Cuadro 2. Uso actual de suelo en la microcuenca Garrochitas Panalillo I

Tipo de vegetación/Usos actual del suelo	Superficie (ha)	%
Agricultura de temporal permanente para cultivos anuales	2269.38	16.15
Nopalera asociada a cardonal y matorral	5436.36	38.69
Pastizal natural asociado a chaparral, bosque o matorral.	1980.24	14.09
Matorral subinerte en asociación con nopalera	1971.35	14.03
Matorral espinoso-Nopalera-Cardonal	930.96	6.63
Bosque natural latifoliado-Chaparral-Crasiosulfolios	728.83	5.19
Cardonal-Nopalera-Matorral espinoso	419.51	2.99
Matorral inerte -Nopalera-Izotal	181.40	1.29
Erosión hídrica en suelos de pastizal	81.32	0.58
Vegetación Secundaria- Matorral espinoso	55.07	0.39
TOTAL	14054.41	100

En riesgo potencial a la erosión hídrica, alrededor del 50% del terreno presenta riesgo de leve a moderado, tal como se aprecia en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Clase de riesgo a erosión potencial en la microcuenca Garrochitas Panalillo I.

Clase de Erosión	Superficie (ha)	%
Ligera(0-10 ton/ha)	3274.50	23.38%
Moderada(10-50 ton/ha)	3525.88	25.18%
Alta(50-200 ton/ha)	3389.44	24.20%
Muy Alta (>200)	3811.42	27.22%

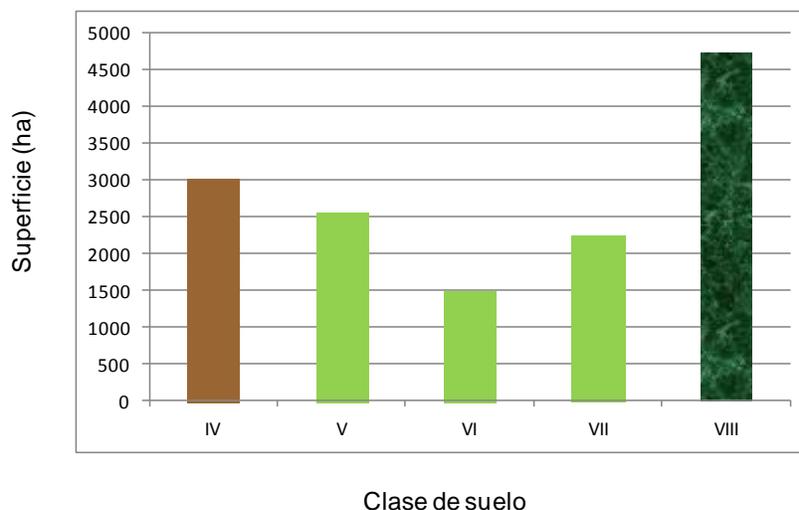


Figura 1. Clases de uso potencial del suelo en la microcuenca Garrochitas Panalillo I

Clase V: superficie 18.23%; el factor limitante es el clima, por lo cual no son aptas para uso agrícola. Son terrenos con pendientes que van de moderadas a fuertes (20-35%) y que ofrecen muy escasa resistencia a la erosión causada por el agua; son suelos poco profundos (15-25 cm), pueden presentar con excesiva pedregosidad. En la microcuenca son las tierras ocupadas por pastizales naturales y matorrales. Clase VI: superficie 10.58%. Son tierras que no reúnen las condiciones requeridas para sostener cultivos anuales o permanentes, pero que permiten su uso continuado en pastoreo de moderado a bajo rendimiento sin deterioro de la capacidad productiva de la tierra. Son terrenos aptos para la actividad pecuaria. En esta área se recomendó la delimitación de potreros con la finalidad de ajustar la carga animal a una capacidad aceptable para que de esa forma se diseñe un sistema de rotación de potreros para mejorar las condiciones de la zona y permitir la resiembra natural de gramíneas por medio del pisoteo del ganado. Clase VII: superficie 16.02%. Son tierras que presentan condiciones favorables para el establecimiento de especies de porte arbóreo o arbustivo que mantengan una cobertura vegetal protectora sin remoción del suelo y sin deterioro de la capacidad productiva de la tierra. Estos terrenos tienen serias limitaciones por el suelo principalmente, por lo que se recomienda llevar a cabo una resiembra con pastos nativos de la zona en combinación con algunas prácticas mecánicas como la de bordos a nivel con la finalidad de retener mayor humedad e incrementar la cobertura y reducir el riesgo de erosión. Clase VIII: superficie de 33.66%. Estas tierras no reúnen las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria; desde el punto de vista agrológico no presenta algún uso ya que por lo general son tierras muy escabrosas por lo que son terrenos no aptos para alguna actividad económica directa del suelo, por lo que solo se pueden dedicar a la conservación de los recursos naturales (suelo, agua, flora y fauna). El coeficiente de agostadero es de 12.6 ha por unidad animal, con una capacidad de carga de 500 UA en una superficie de 6,299 ha.

CONCLUSIONES

La mayor parte de la superficie de la microcuenca Garrochitas Panalillo I se destina al pastoreo. Es necesario establecer acciones para el manejo de pastizales, para lo cual se obtuvo un programa de manejo para una carga animal de 500 unidades. Es recomendable realizar acciones como resiembra de pastizales, revegetación, surcado al contorno y presas filtrantes para las tierras de agostadero localizadas en el mapa como las clases V, VI y VII.

AGRADECIMIENTOS. Al programa de mejoramiento del profesorado (PROMEP) por los recursos otorgados para la realización de este estudio en el marco del Convenio PROMEP/103.5/10/7750 (UASLP-PTC-258).

LITERATURA CITADA

- CONAFOR. 2006. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. Comisión nacional forestal. pp 1-2.
- Cortés, T., H. G. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos Multivariados. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Montecillos, México. 168 p.
- FAO, 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma.
- Figueroa, S. B., A. Amante O., H. G. Cortés T., J. Pimentel L., E.S.Osuna C., Rodríguez O. J. M. y Morales F. F. J. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. SARH. Colegio de Postgraduados. Centro regional para estudios de zonas áridas y semiáridas. 150 p.
- FIRCO. 2007. Plan rector de la microcuenca Garrochitas Panalillo I, Zaragoza, San Luís Potosí, México, FIRCO
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1974. Cartas edafológica, uso actual del suelo, uso potencial 1:50 000.

- Loredo, Catarina y Beltrán Sergio. 2005. Prácticas Agronómicas y Vegetativas. In: Prácticas Cara la Conservación de Suelo y Agua en Zonas Áridas y Semiáridas. Campo experimental San Luis-CIRNE-INIFAP. Libro técnico N° 1, pp 39-77.
- Loredo-Osti C., S. Beltrán López, F. Moreno Sánchez, M. Casiano Domínguez. 2007. Riesgo a la Erosión Hídrica y Proyección de Acciones de Manejo y Conservación del Suelo en 32 Microcuencas de San Luis Potosí. Libro Técnico No. 3. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental San Luis. San Luis Potosí, S.L.P. México. 209 p.
- Wischmeier, W. H. and D. D. Smith. Predicting Rainfall Erosion Losses-a Guide to Conservation Planning-USDA; Agriculture Handbook 537. Sci. and Educ. Admin. USDA Washington, D.D. 1978. 58 p
- Zárate L., A. 1998. Memorias del Curso- Taller Introducción al uso y manejo de sistemas de información geográfica. Editado por SEMARNAP Delegación. Coahuila. Enero de 1998.

SERVICIOS DEL PASTIZAL

"Los pastizales se encuentran muy lejos del límite biológico de producción y existe tecnología de punta para aplicar en éstos para lograr su uso sustentable, mediante el enaltecimiento de sus componentes"

CARCATERÍSTICAS DE SEMILLAS Y EFECTO DEL ESTRÉS DE HUMEDAD EN LA GERMINACION DE *Yucca elata*

SEED CHARACTERISTICS AND EFFECT OF WATER STRESS ON GERMINATION OF *Yucca elata*

Alicia Melgoza¹, Mónica García¹, J. Santos Sierra²,
Carlos Morales¹ y Eduardo Santellano³

¹ Dpto. Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH.
Periférico Fco. R. Almada, Km 1, Zootecnia, 31410, Chihuahua, Chihuahua. amelgoza@uach.mx

RESUMEN

El propósito de este trabajo es proporcionar las bases para incorporar a la palma *Yucca elata* en programas de recuperación de la cobertura vegetal en ecosistemas desérticos degradados. Para ello se llevo a cabo una evaluación de la calidad de la semilla producida, efecto del tipo de almacenamiento y respuesta al estrés de humedad. Al momento de la recolecta se evaluaron 15 muestras para determinar calidad; si estaba depredada, seca o saludable. Después de un año se evaluó si la germinación se veía afectada por estar bajo refrigeración o no. Al año y medio de recolectada la semilla se llevo a cabo una prueba de germinación bajo los potenciales hídricos: 0, -0.3, -0.5, -0.7 y -0.9 MPa. Se encontró un promedio de 66 % semillas saludables, 21 % secas y 13% depredadas. No hubo diferencias significativas ($P=0.43$) entre semilla refrigeradas o no durante un año. El potencial de humedad de -0.9 MPa no inhibió germinación y no se obtuvieron diferencias significativas ($P=0.09$) entre potenciales de humedad. Se concluye que antes de la dispersión, la semilla está sujeta a la depredación. No es necesario almacenar la semilla bajo condiciones de refrigeración. A pesar de la variabilidad en la germinación, *Y. elata* puede germinar y muy probablemente establecerse en años con precipitación por debajo de la media nual.

Palabras clave: germinación, depredación de semillas, estrés de humedad.

Key words: Germination, seed depredation, water stress

INTRODUCCIÓN

Como parte del deterioro de los ecosistemas, la reducción y extinción de especies es una de las consecuencias. En el caso de la vegetación, no sólo se pierde el paisaje sino que se ven afectadas funciones como retención de suelo, captura de dióxido de carbono, infiltración de agua de lluvia, regulación de clima, hábitat para fauna entre otros (Pellant *et al.*, 2003). Por todo esto, se requiere recuperar los ecosistemas perturbados con especies nativas para lograr la sustentabilidad de los productos y servicios que éstos proporcionan (Melgoza *et al.*, 2007). La palma (*Yucca elata*) es un componente importante y emblemático del desierto Chihuahuense. Esta planta puede alcanzar hasta 3 m de altura. Comúnmente presentan un solo tallo, pero a veces pueden tener hasta 3 ramificaciones. Las hojas son angostas y flexibles, de hasta 50 cm de largo y aproximadamente 1.5 cm de ancho; color verde pálido a glaucas. La semilla de *Y. elata*, al igual que otras especies de este género, presenta una gran depredación (Gilstrap y Ludwing, 1985; Addicott y Bao, 1998). Los depredadores reportados para esta y otras especies de *Yucca* en el desierto Chihuahuense son tres especies de palomilla del género *Tegeticula* que se reconocen actualmente: *T. maculata* específica para la *Yucca whipplei*, *T. synthetica* específica para *Y. brevifolia* y *T. yuccasella* común a todas las especies de *Yucca* (Davis, 1967). Por lo que es importante determinar el grado de depredación en esta especie, así como los requerimientos y/o limitantes de la semilla para germinar y poder establecerse. Los objetivos de éste trabajo son: 1) cuantificar calidad de la semilla antes de su dispersión en campo 2) determinar el efecto de tipo de almacenamiento

(refrigerada contra no refrigerada) y 3) evaluar el porcentaje de germinación en varios niveles de estrés de humedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas fueron recolectadas en el municipio de Janos, Chihuahua en el 2010. Al momento de la colecta se observó depredación por lo que se cuantificaron varias muestras para determinar grado de depredación y calidad de semilla con base en observaciones de coloración y daño. Después de extraer las semillas de sus frutos, se tomaron 15 muestras utilizando una medida de aproximadamente 20 centímetros cúbicos. En cada muestra se separó y cuantificó la semilla en tres categorías: dañada (con perforaciones), seca (color amarillo) y sana (color negro).

Una parte de las semillas recolectadas fueron almacenadas en un refrigerador común y otras en laboratorio, en temperatura ambiente. En noviembre del 2011 se realizó una prueba de germinación para comparar entre tipo de almacenamiento. Se utilizaron 30 semillas por tipo de almacenaje y especie. Estas fueron colocadas en cajas Petri sobre un sustrato de papel y algodón; se utilizaron cuatro repeticiones por tratamiento y especie. Las cajas se colocaron en una germinadora a temperatura constante de $28 \pm 2^\circ\text{C}$. Diariamente se observaron para cuantificar número de semilla germinada y agregar agua de ser necesario. Se consideró semilla germinada cuando se observó que la radícula tenía 2 mm de largo. Una vez cuantificadas las semillas germinadas, se eliminaron para facilitar futuros conteos. Los resultados se organizaron en una base de datos en el programa de Excel para su posterior análisis. A los datos se les aplicó una prueba de t para ver detectar diferencias entre tipo de almacenaje.

Un año y medio después de la recolecta de semilla se llevó a cabo la prueba de estrés de humedad. Los tratamientos fueron: 0.0, -0.3, - 0.5, - 0.7 y -0.9 MPa. El potencial osmótico se obtuvo utilizando manitol y con base en las especificaciones de Helmerick y Pfeifer (1954). Para cada tratamiento y especie se utilizaron cinco repeticiones. Cada repetición fue una caja Petri con 20 semillas en un sustrato de papel secante y algodón. Las cajas se colocaron en una germinadora a temperatura constante de $28 \pm 2^\circ\text{C}$. Diariamente se observaron para cuantificar número de semilla germinada y agregar agua de ser necesario. Se considero semilla germinada cuando se observó que la radícula tenía 2 mm de largo. Una vez cuantificadas las semillas germinadas, se eliminaron para facilitar futuros conteos. Los resultados fueron capturados en el programa Excel para su análisis. Los datos se sometieron a un análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra el porcentaje de calidad de semillas en 15 muestras recolectadas en campo; la semilla se clasificó en tres categorías. Si bien los resultados de semilla saludable son del 66%, esta proporción puede variar dependiendo de las condiciones climáticas anuales que influyen no solo en la producción de semilla sino también las poblaciones de sus depredadores. Keely *et al.* (1984) reportan variaciones en *Y. elata* de 7 a 22% para diversas áreas.

Al mes de recolectada la semilla, se corroboró que la semilla amarilla no era viable ya que no presentó germinación; mientras que la semilla negra presento un solo un 2.6%. Este bajo valor puede deberse a latencia por el tiempo en que se realizó la prueba. McCearly y Wagner (1973) reportan un 96% de germinación en semilla de un año de edad.

No se observaron diferencias ($P=0.43$) entre la germinación de semillas refrigeradas o no refrigeradas. La semilla refrigerada presentó 41.66% mientras que la no refrigerada 56.66%. Los datos indican que no necesariamente requiere refrigeración para conservar su viabilidad. El Cuadro 2 muestra el porcentaje de semillas germinadas de *Y. elata* expuestas a diferentes potenciales de

estrés a humedad; no hubo diferencias significativas ($P=0.09$). Lo que indica que esta planta es susceptible a estrés de humedad, pero no se inhibe a -0.9 MPa.

Cuadro 1. Cuantificación de la calidad de semilla en muestras de *Yucca elata*

Muestra	Total de semilla	Saludable (negra)	Seca (amarilla)	Dañada (orificio)
1	201	118	42	41
2	121	75	25	21
3	108	63	24	21
4	96	65	12	19
5	146	94	34	18
6	117	71	23	23
7	254	200	26	28
8	293	167	93	33
9	222	147	49	26
10	439	296	106	37
11	206	138	39	29
12	254	157	28	69
13	236	170	54	12
14	208	141	48	19
15	275	201	52	22
Promedio		140.2	43.6	27.8
Porcentaje		66	21	13

Cuadro 2. Porcentajes de semillas germinadas de *Yucca elata* expuestas a estrés de humedad

Ψ Mpa	Germinación (%)
0	46
-3	18
-5	10
-7	14
-9	5

La Figura 1 muestra los resultados de las semillas germinadas de *Yucca elata* usando diferentes potenciales de estrés a la humedad. Los potenciales de -0.5 , -0.7 y -0.9 redujeron la velocidad de germinación al menos al inicio de esta.

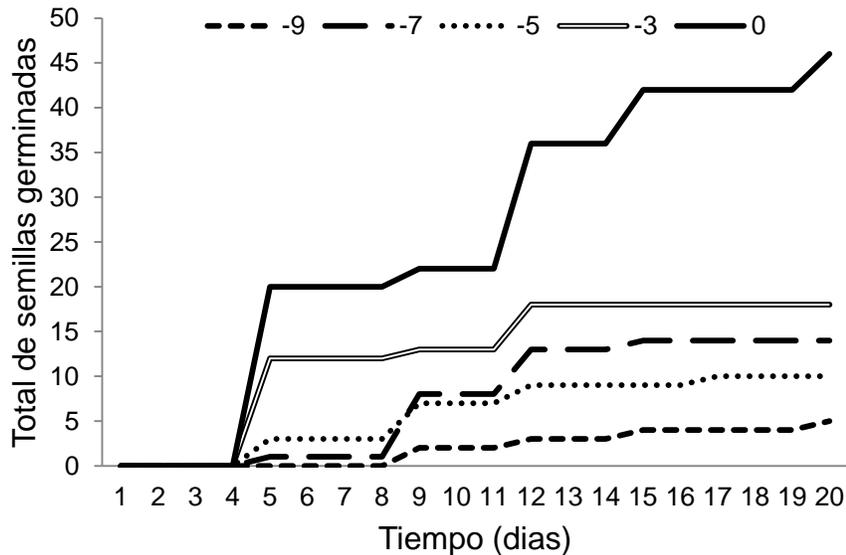


Figura 1. Total de semillas germinadas de *Yucca elata* con diferentes niveles de humedad.

CONCLUSIONES

La *Yucca elata* presenta depredación en semilla desde antes de su dispersión. Una vez recolectada la semilla no requiere refrigeración. La semilla requiere de tiempo de almacenamiento ya que al mes solo presento un 2.66%, al año entre un 41.66% a 56.66% y alrededor de los dos años un 46%. Esta especie puede germinar aun a -0.9 MPa lo que indica que aun en años con precipitaciones por debajo de la media puede establecerse.

LITERATURA CITADA

- Addicott JF y T Bao. (1998). Limiting the costs of mutualism: multiple modes of interaction between *Yuccas* and *Yucca* moths. Proc. R. Soc. Lond. 266:197-202.
- Davis DR. (1967). A revision of the moths of the subfamily Prodoxinae (Lepidoptera: Incurvariidae). US Natl. Mus. Bull. No. 255. Smithsonian Institute. Washinton, DC.
- Gilstrap RJ y JA Ludwig. (1985). Fruit production by *Yucca elata* Engelm. (Liliaceae) in four Chihuahuan desert habitats. Southwestern Naturalist 30:321-322.
- Helmerick RH y RP Pfeifer. (1954). Differential responses of winter wheat germination and early growth to controlled limited moisture conditions. Agron. J. 46:560-562.
- Keely JE, CS Keeley, CC Swift y J Lee (1984). Seed predation due to the *Yucca*-moth symbiosis. Am. Midl. Nat. 112:187-191.
- McCleary JA y KA Wagner (1973). Comparative germination and early growth studies of six species of genus *Yucca*. Am. Midl. Nat. 90:503-508
- Melgoza, A., C. Ortega, C.R. Morales, P. Jurado, C. Vélez, M.H. Royo, G. Quintana, A. Lafón, M.T. Alarcón, G. Bezanilla y C. Pinedo. 2007. Propagación de plantas nativas para la recuperación de áreas degradadas: opción para mejorar ecosistemas. Tecnociencia Chihuahua 1:38-40.
- Pellant P, P Shaver, DA Pyke y JE Herrick. (2003). Interpreting indicators of rangeland health, version 4. Technical Reference. USDI, BLM, National Science and Technology Center. Denver, CO.

ADSORCIÓN DE METANO EN DIGESTIÓN *IN VITRO* (SIMULACIÓN RUMINAL) CON MATERIALES PULVERIZADOS INERTES

Gabriela E. Valenzuela Castro¹, Leonor Cortés Palacios^{1,*}, Marusia Rentería Villalobos¹, Nelson G. Aguilar Palma¹, Agustín Corral Luna¹, Virginia H. Collins Martínez²,

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua.

²Centro de Investigación de Materiales Avanzados. lcortes@uach.mx

RESUMEN

El metano es el segundo gas en importancia (después del CO₂) de los llamados “gases de efecto invernadero”, a pesar de que no ser el más abundante posee un potencial de calentamiento global 21 veces más efectivo que el de dióxido de carbono. Aunado a esto carece de oportunidad para reincorporarse a algún ciclo biogeoquímico, por lo cual su presencia en la atmósfera ha llegado a representar altas cifras. De ésta manera, el metano se convierte en uno de los principales responsables de fenómenos que actualmente aquejan al planeta como: el cambio climático y el calentamiento global. Entre sus principales fuentes de emisión se encuentran: la descomposición de basura, las minas de carbón, el tratamiento de aguas residuales, algunos procesos industriales, los sistemas energéticos como el petróleo y gas natural, así como actividades agropecuarias donde, la fermentación entérica derivada del proceso digestivo de los rumiantes, contribuye hasta en un 26% a dicha problemática. El metano que se forma 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. La emisión de metano a la atmósfera se suscita principalmente mediante el eructo del rumiante, existiendo una estrecha relación entre su volumen de producción y la cantidad y composición de alimentos consumidos. Actualmente la comunidad científica se encuentra en la búsqueda de soluciones para reducir las emisiones de metano procedentes del sector agropecuario. Una alternativa con poco auge, es el uso de materiales inertes como los cerámicos, los cuales durante muchos años han sido adicionados en la dieta de ganado como suplemento alimenticio. Ya sean naturales o sintéticos, los cerámicos fisicoquímicamente, están provistos de gran capacidad de adsorción ante compuestos líquidos o gaseosos sin generar cambios estructurales. Como cerámicos importantes podemos mencionar a las arcillas y zeolitas, las cuales se caracterizan por su bajo costo en el mercado y por su alta eficiencia en diferentes ramos industriales. Tomando en cuenta estos precedentes, se cree que los cerámicos pueden adsorber el metano presente en el rumen del animal impidiendo que se libere a la atmósfera. Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un material cerámico particulado a través de tratamientos térmicos o síntesis, que pueda ser incluido en la dieta de rumiantes y que adsorba el metano generado durante la digestión, disminuyendo así su emisión a la atmósfera. Se realizarán pruebas de digestión *in vitro* (simulación ruminal) sobre el material obtenido para comprobar su eficiencia en la adsorción del gas, así mismo se evaluarán: el tiempo de retención y la relación de adsorción/desorción presentes. Dentro de los alcances que se busca obtener es: disminuir la presencia de metano en la atmósfera, ayudando a frenar el cambio climático, el calentamiento global, así como otros fenómenos de los cuales se le responsabiliza. Por otra parte el metano adsorbido en el material desarrollado puede desorberse y ser utilizado como combustible otros ramos industriales.

EFFECTO DE LA CONDICION DEL PASTIZAL SOBRE EL ALMACÉN DE CARBONO EN PASTIZALES DE CHIHUAHUA

EFFECT OF RANGE CONDITION ON CARBON STOCKS IN CHIHUAHUA GRASSLANDS

Pedro Jurado Guerra¹, Rubén Saucedo Terán¹, Carlos Morales Nieto², Martín Martínez Salvador¹

¹Sitio Experimental La Campana-CIRNOC-INIFAP, km 33 Carretera Chihuahua-Ojinaga, Aldama, Chihuahua, C.P. 32910. ²Facultad de Zootecnia y Ecología-UACH. Periférico Francisco R. Almada km 1, Chihuahua, Chih. CP 31415. jurado.pedro@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Los pastizales del norte de México pueden ser manejados para incrementar el almacén de carbono y contribuir en la mitigación del cambio climático. El objetivo fue estimar el carbono orgánico del suelo (COS) y el almacén de carbono en pastizales con diferente condición. Se seleccionaron tres tipos de pastizal representativos del estado: pastizal halófito, pastizal mediano y pastizal amacollado. Se colectaron muestras de suelo en dos condiciones del pastizal, dos micrositios (suelo desnudo y debajo del pasto) y en dos profundidades de suelo (0-15 y 15-30 cm) en cada tipo de pastizal durante 2010 y 2011. Se analizó el COS en muestras compuestas por medio de analizador elemental. El almacén de carbono se estimó con base en el COS y densidad de suelo a una profundidad de 0.30 m. Los datos se analizaron con modelos mixtos y medidas repetidas. En el pastizal halófito, el COS varió ($P \leq 0.0036$) desde $0.315 \pm 0.07\%$ en condición buena/15-30cm profundidad de suelo hasta $1.431 \pm 0.07\%$ en condición excelente/0-15cm profundidad de suelo. En el pastizal mediano abierto, el COS fluctuó ($P \leq 0.0207$) desde $0.578 \pm 0.03\%$ debajo del pasto navajita (*Bouteloua gracilis*) hasta $0.466 \pm 0.03\%$ en suelo desnudo. En el pastizal amacollado, el COS varió ($P \leq 0.0364$) desde $1.101 \pm 0.13\%$ % en condición pobre/suelo desnudo hasta $2.834 \pm 0.13\%$ % en condición excelente/debajo del pasto liendrilla morada (*Muhlenbergia rigida*). El contenido de COS varió con el tipo de pastizal y depende principalmente de la condición y el micrositio. El almacén de carbono fluctuó desde 21 ton C/ha en pastizal mediano abierto, hasta 58 ton C/ha en pastizal amacollado. Los pastizales en mejor condición mostraron un mayor contenido de COS y de almacén de carbono.

Palabras clave: carbono orgánico del suelo, pastizal amacollado, pastizal halófito, pastizal mediano abierto

INTRODUCCIÓN

Los pastizales y matorrales son la base de la ganadería extensiva en el norte de México, aunque también pueden proporcionar otros productos y servicios ambientales. Actualmente, se está dando un cambio hacia el uso de los pastizales para proporcionar algunos servicios ambientales a la sociedad tales como la captura de carbono (Havstad *et al.*, 2007; Brown y Thorpe, 2008).

La captura de dióxido de carbono puede ser manipulado con el pastoreo, fuego controlado, revegetación de pastizales deteriorados y el uso de variedades mejoradas (Reeder y Schuman, 2002; Derner *et al.*, 2005). Schuman *et al.* (2002) observaron que un adecuado manejo del pastoreo puede incrementar el almacén de carbono en el suelo en los pastizales de Estados Unidos. Otro estudio reporta buen potencial para la venta de bonos de carbono al aplicarse algunas prácticas de manejo de pastizales en un sistema de vaca-cría durante un periodo de 20 años en Wyoming (Campbell *et al.*, 2004). De los pocos trabajos realizados en pastizales de México, Medina-Roldán *et al.* (2008) reportan un mayor contenido de carbono en el suelo con pastoreo moderado en comparación con áreas con sobrepastoreo en Jalisco.

Dada su extensión, los pastizales del estado de Chihuahua tienen potencial para la captura de carbono. Sin embargo, no existe información detallada sobre el almacén y captura de carbono en dichos ecosistemas. El presente estudio tiene el objetivo de determinar el contenido de carbono orgánico del suelo (COS) y el almacén de carbono en tres tipos de pastizales con diferente condición en el estado de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron tres tipos de pastizales por su gran extensión en el estado de Chihuahua. Los sitios de estudio fueron: pastizal mediano abierto, pastizal amacollado abierto y pastizal halófito, con diferente condición del pastizal. Según COTECOCA (1978) el sitio de pastizal mediano abierto presenta gramíneas forrajeras deseables como navajita (*Bouteloua gracilis*), tres barbas (*Aristida* spp), navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*). El clima es seco templado, con una precipitación pluvial de 300 mm anuales. El pastizal amacollado abierto presenta gramíneas forrajeras como el zacate banderilla (*Bouteloua curtipendula*) y navajita velluda de acuerdo a COTECOCA (1978). El clima dominante es seco templado con verano cálido, con precipitación pluvial de 300 a 400 mm anuales. El pastizal halófito abierto presenta un clima muy seco templado con precipitación anual de 250 a 300 mm. Las especies más comunes son el zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), jiguite (*Eragrostis obtusiflora*) y ocasionalmente el zacate navajita y pelillo (*Muhlenbergia repens*).

En cada sitio se establecieron tres parcelas de campo para realizar los muestreos de vegetación y suelos en el mes de junio 2010. Cada parcela incluyó tres transectos permanentes de 50 m. Se realizaron muestreos de composición florística del pastizal por medio del muestreo de intercepto de línea. A la mitad de cada transecto se tomaron cuatro muestras de suelo en dos microsítios: suelo desnudo y debajo del zacate dominante en dos profundidades: 0-15 y 15-30 cm. Las muestras se secaron en invernadero y se tamizaron con malla de 1.1 mm. Enseguida se formó una muestra compuesta por parcela con las muestras de los tres transectos para cada combinación de microsítio x profundidad. Las muestras de suelo fueron analizadas en analizador elemental para d. Se realizaron tres fechas de muestreo: junio 2010, noviembre 2010 y noviembre 2011.

Los datos de COS fueron analizados en forma separada para cada tipo de pastizal bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial (Kirk, 1982). El análisis de varianza consideró los factores condición, microsítio y profundidad de suelo por medio de modelos lineales mixtos y medidas repetidas con Proc Mixed (SAS Institute Inc., 2008). Se generó un mapa del almacén de carbono de los pastizales de Chihuahua, con base en el COS y la densidad relativa del suelo de cada sitio de estudio a una profundidad de 30 cm de suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el pastizal halófito, el COS fue afectado por las interacciones condición*profundidad ($P \leq 0.0036$) (Figura 1). Dentro de la interacción condición*profundidad, el COS varió desde un mínimo de $0.315 \pm 0.07\%$ en condición buena/profundidad de 15-30 cm hasta un máximo de $1.431 \pm 0.07\%$ en condición excelente/profundidad de 0-15 cm (Figura 1).

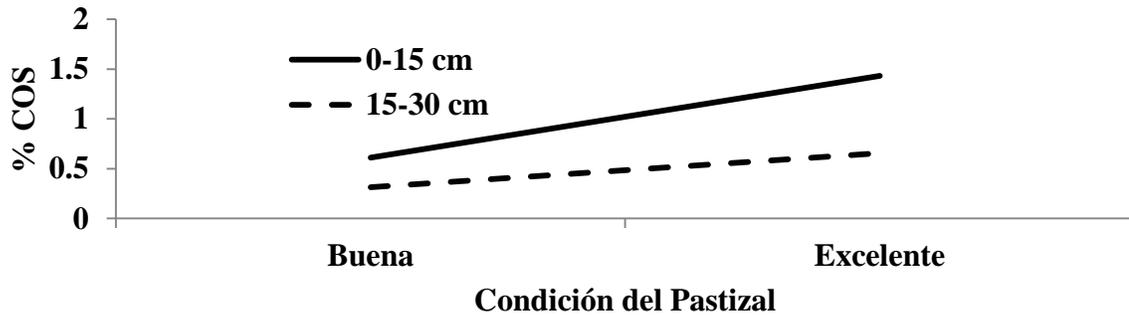


Figura 1. Contenido de carbono orgánico del suelo (COS) en un pastizal halófito abierto con diferente condición y profundidad de suelo (0-15 o 15-30 cm) en Chihuahua.

En el pastizal mediano abierto, el COS fue influenciado solamente por el micrositio ($P \leq 0.0207$) variando desde $0.578 \pm 0.03\%$ debajo del zacate navajita hasta $0.466 \pm 0.03\%$ en suelo desnudo. En el pastizal amacollado, el COS fue influenciado por la interacción condición*micrositio ($P \leq 0.0364$) (Figura 2), fluctuando desde $1.101 \pm 0.13\%$ % en condición pobre/suelo desnudo hasta $2.834 \pm 0.13\%$ en condición excelente/debajo del zacate.

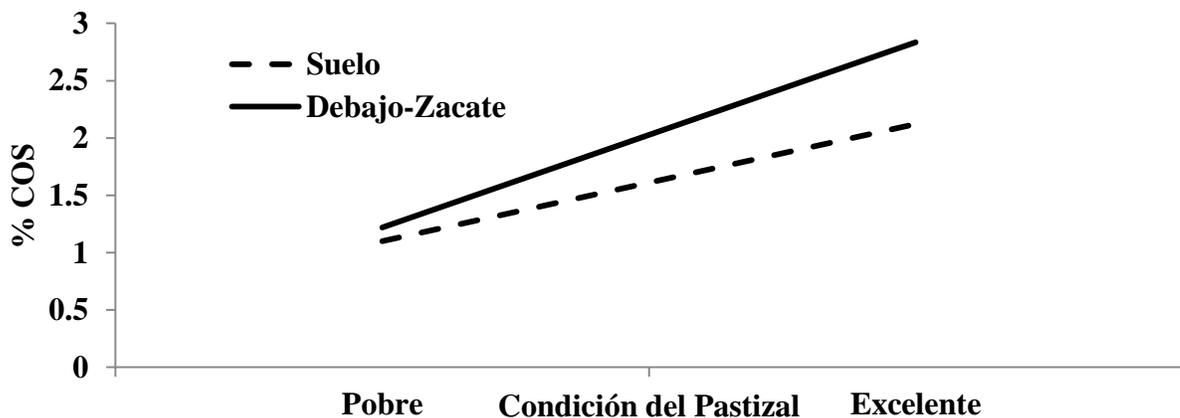


Figura 2. Contenido de carbono orgánico del suelo (COS) en un pastizal amacollado abierto con diferente condición y micrositio (suelo o debajo de zacate) en Chihuahua.

En general, los pastizales con mayor contenido de COS fueron el pastizal amacollado en condición excelente y el pastizal halófito en condición excelente. En dos de los pastizales evaluados se encontró que una mejor condición del pastizal presenta mayor contenido de COS, lo cual concuerda con Schuman *et al.* (2002) quienes encontraron que el pastoreo moderado incrementa el contenido de carbono en pastizales lo cual sería equivalente a una mejor condición del pastizal en este trabajo. Reeder y Schuman (2002) también demostraron que el pastoreo ligero incrementa el carbono orgánico del suelo en comparación con la exclusión de pastizales. Medina-Roldán *et al.* (2008) también reportan un mayor contenido de carbono en suelo en un pastizal mediano con pastoreo moderado en comparación con áreas con sobrepastoreo o condición pobre.

El promedio del almacén de carbono del suelo en los diferentes tipos de pastizales del estado de Chihuahua se muestra en la Figura 3. El pastizal mediano abierto presentó un almacén de carbono bajo, el pastizal halófito un nivel intermedio y el pastizal amacollado presentó el almacén de carbono más alto.

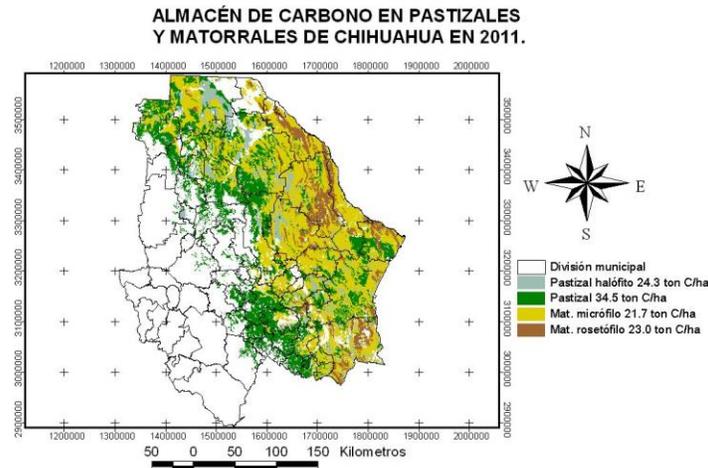


Figura 3. Almacén de carbono (promedio) en pastizales de Chihuahua
CONCLUSIONES

El contenido de COS varía con el tipo de pastizal y depende de la condición, el microsítio y la profundidad de suelo. Esta información es básica para la estimación del almacén de carbono y el establecimiento de programas de bonos de carbono en pastizales del estado de Chihuahua y sitios similares.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece al Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT- Gobierno del Estado de Chihuahua, por el apoyo financiero para realizar esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Bird SB, JE Herrick, MM Wander, SF Wright. (2002). Spatial heterogeneity of aggregate stability and soil carbon in semi-arid rangeland. *Environmental Pollution* 116: 445-455.
- Brown JB, J Thorpe. (2008). Climate change and rangelands: responding rationally to uncertainty. *Rangelands*. 30(3): 3-6.
- Campbell S, S Mooney, JP Hewlett, DJ Menkhous, GF Vance. (2004). Can ranchers slow climate change? *Rangelands* 26(4): 16-22.
- Capoor K, P Ambrosi. (2008). State and trends of the carbon market 2008. World Bank Institute. Washington, D.C.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la determinación de los Coeficientes de Agostadero). (1978). Chihuahua. SARH. Subsecretaría de Ganadería.
- Derner DJ et al. (2005). USDA-ARS global change research on rangelands and pasturelands. *Rangelands* 27(5): 36-42.
- de Steiguer JE, JR Brown, J Thorpe. (2008). Contributing to the mitigation of climate change using rangeland management. *Rangelands* 30(3): 7-11.
- Havstad KM, D Peters, R Skaggs, J Brown, B Bestelmeyer, E Frederickson, J Herrick, J Wright. (2007). Ecological services to and from rangelands of the United States. *Ecological Economics* 64(2): 261-268.
- Kirk RE (1982). *Experimental Design*, 2nd ed. Brooks/Cole Publishing Co. Monterey, Cal.
- Medina-Roldán E, JT Arredondo, E Huber-Sannwald, L Chapa-Vargas, V Olalde-Portugal. (2008). Grazing effects on fungal root symbionts and carbon and nitrogen storage in a shortgrass steppe in central Mexico. *J. Arid Environments* 72: 546-556.

-
- Reeder, JD, GE Schuman. (2002). Influence of livestock grazing on C sequestration in semiarid mixed-grass and short-grass rangelands. *Environmental Pollution* 116(3): 457-463.
- SAS Institute Inc. (2008). SAS ver. 9.2. Statistical Analysis Software. Cary, North Carolina.
- Schuman GE, HH Janzen, JE Herrick. (2002). Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental Pollution* 116(3): 391-396.

RESTAURACIÓN DEL SUELO EN PASTIZALES DEGRADADOS Y SU POTENCIAL EN EL SECUESTRO DE CARBONO

RESTORATION OF DEGRADED RANGELAND SOIL AND ITS POTENTIAL IN CARBON SEQUESTRATION

Luis Pérez Romero¹, Luis Lauro de León González¹, Iliana I. Hernández Javalera¹, Manuela Bolívar Duarte², Eloy Alejandro Lozano Cavazos¹, Rubén López Cervantes³

¹ Departamento de Recursos Naturales Renovables, ² Departamento de Riego y Drenaje y ³ Departamento de Suelos Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. lupero53@hotmail.com

RESUMEN

El ecosistema pastizal provee una diversidad de bienes y servicios a la sociedad. No obstante, una gran superficie se encuentra con distintos estados en transición, los cuales algunos presentan un alto grado de degradación. Se establece que a través de un disturbio se crean las condiciones para su restauración. El objetivo del trabajo fue estimar el potencial de secuestro de carbono en suelos de pastizales degradados en respuesta al efecto de disturbio como estrategia de manejo. La aplicación de tratamientos consistió en realizar un disturbio superficial del suelo y la aplicación de ramas de gobernadora y mezquite y la inclusión de semilla: Testigo (T) Ramas (R) disturbio (D); ramas + disturbio (R+D) y ramas + disturbio + semilla (R+D+S). Estos tratamientos se realizaron en parcelas de 4x4 m. En cada parcela el suelo fue muestreado a dos profundidades (0-10 y 10-20 cm). El disturbio provocado muestra una diferencia significativa para los tratamientos D+R (47.9 ton C ha⁻¹) y R+D+S (47.2 tonC.ha) con respecto a los demás tratamientos, ya que el testigo mostró aproximadamente 35.9 tonC/ha, lo anterior significó un 17% de incremento lo que corresponde a una tasa de 1.5 tonC/ha por año. Las profundidades del suelo también muestran efectos significativos en respuesta al disturbio. Asimismo se discute la respuesta de los ácidos húmicos y fúlvicos al disturbio.

Palabras clave: Restauración del suelo, disturbio, secuestro de carbono.

ABSTRACT

The rangeland ecosystem provides a diversity of goods and services to society. However, a large area is located with different states in transition, which some have a high degree of degradation. It is established that through a disturbance, the conditions are created for restoration. The objective of the study was to estimate the potential of carbon sequestration in soils of rangelands degraded in response to the effect of disturbance as a management strategy. The application of treatments consisted in performing a surface disturbance of the soil and the application of creosotebush and mesquite branches and the inclusion of seed: witness (T) branches (R) disturbance (D); branches + (r + d) disturbance and branches + disturbance + seed (R+D+S). These treatments were carried out in plots of 4 x 4 m. In each plot, the soil was sampled at two depths (0-10 and 10-20 cm). Caused disturbance shows a significant difference to the D+R treatments (47.9 ton C ha⁻¹) and R+D+S (47.2 tonC.ha) with respect to the other treatments, since the witness showed approximately 35.9 tonC / ha, this meant a 17% increase which corresponds to a rate of 1.5 tonC / has per year. The depths of the soil also show significant effects in response to disturbance. Also discussed the response of the humic and fulvic acids to the disturbance.

Key words: restoration of soil disturbance, carbon sequestration.

INTRODUCCIÓN

El ecosistema pastizal provee una diversidad de bienes y servicios a la sociedad. No obstante, una gran superficie se encuentra con distintos estados en transición, los cuales algunos presentan un alto grado de degradación. Se establece que a través de un disturbio se crean las condiciones para su restauración. «Un disturbio es cualquier evento relativamente discreto en el tiempo que trastorna la estructura de una población, comunidad o ecosistema y cambia los recursos, la disponibilidad de sustrato o el ambiente físico». (Pickett y White 1985) el disturbio natural puede ser una parte fundamental de los ecosistemas (Sousa 1984, Pickett y White 1985). La consecuencia implícita fundamental de esta definición es que los disturbios liberan recursos que pueden aprovechar otros organismos. De este modo, el disturbio es importante en dos aspectos del ciclo de vida de una población dada. En primer lugar, sirve como una fuente de heterogeneidad espacio-temporal de la disponibilidad de recursos, situación fundamental para la permanencia de algunas especies. En segundo lugar, es además un agente de selección natural en las historias de vida (Sousa 1984).

Los pastizales y los sitios degradados se pueden rehabilitar artificialmente con la introducción de semillas (Allen-Díaz y Bartolomé 1998) junto con esfuerzos de de conservar el suelo y el agua (Whisenant 1999). A través del presente estudio se propone que la cobertura tomada por diferente especies se puede recuperar a través de las técnicas basadas en un enfoque ecológico, con lo cual se reducen los riesgos de desertificación que resultan de la aplicación de prácticas de la resiembra tradicionales de resiembra, tomando en cuenta que los factores que intervienen en el establecimiento de un nuevo individuo son diversos en aquí donde surge la idea para la realización del presente trabajo que consistirá en efectuar un disturbio en el suelo (romper capa sellada). Bajo la premisa de que en los sitios degradados existe un banco de semillas que a través de un mecanismo desencadenado puede nuevamente rehabilitar ese sitio en potreros que sufren actualmente las consecuencias de un manejo ineficiente.

Un “Banco de semilla”, también conocido como “Reserva de Semilla” es una agregación de semillas no germinadas potencialmente capaces de reemplazar plantas adultas ya sean anuales o perennes que mueren por enfermedades, disturbios o que son consumidas por los animales (Allesio *et al.*, 1989), las cuales se encuentran enterradas en el suelo (Begon *et al.*, 1990). El Banco de Semilla y sus alternativas funcionales son la llave de la regeneración de pastizales seguido de disturbio lo cual es conocido también como “Regeneración de Nicho”.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un pastizal degradado caracterizado por un suelo de aluvión y clasificado como medianamente pobre en nitrógeno total (0.08 %) medianamente rico en fósforo aprovechable (78.5 kg/ha), muy rico en potasio asimilable (409.5 kg/ha) y medianamente en M.O. (1.39 %) y con una textura migajón orillas, con un promedio de precipitación en las últimas 10 años de 418 mm. La aplicación de los tratamientos consistió en realizar un disturbio superficial del suelo y la aplicación de ramas de gobernadora y mezquite: Testigo (T) ramas (R), disturbio (D); ramas + disturbio (R+D) y ramas +disturbio +semilla (R+D+S). La semilla fue de *Bouteloua gracilis*. Estos tratamientos se realizarán en parcelas de 4x4 cm. En cada parcela el suelo fue muestreado a diferentes profundidades (0-10 y 10-20 cm). A cada muestra se determinó carbono orgánico, ácidos húmicos, ácido fúlvicos y densidad aparente. Se aplican un diseño completamente al azar con 4 repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Carbono en el suelo. Las estrategias mecánicas, para el manejo de los pastizales ha sido usado para promover la sucesión vegetal y consecuentemente la condición de los pastizales . El disturbio provocado ha sido evaluado de diferentes maneras en nuestro estudio, sus efectos únicamente muestran una significancia para los tratamientos D+R (47.97 TonC/ha) Y D+R+S (47.27 TonC/ha) con respecto a los demás tratamientos, ya que el control únicamente mostró aproximadamente 35.9 TonC/ha (Figura 1). Esto significa un incremento del 17.22 por ciento con respecto al control. Por un período de 8 años. Lo cual corresponde a una taza de 1.50 Ton C por año.

Con respecto a la profundidad se muestran efectos significativos en los tratamientos D, D+R Y D+R+S ya que estos son iguales con niveles de 41.86 a 514 TonC/ha, siendo diferente significativamente que los tratamientos de ramas y control los valores alcanzan niveles de 37.4 y 35.9 ton C/ha. Esto para la profundidad 0-10 cm. Por otra parte a una profundidad de 10-20 existe unan acumulación de Carbono de hasta 5175 ton C/ha para el tratamiento D+R mostrando una menor acumulación el control.

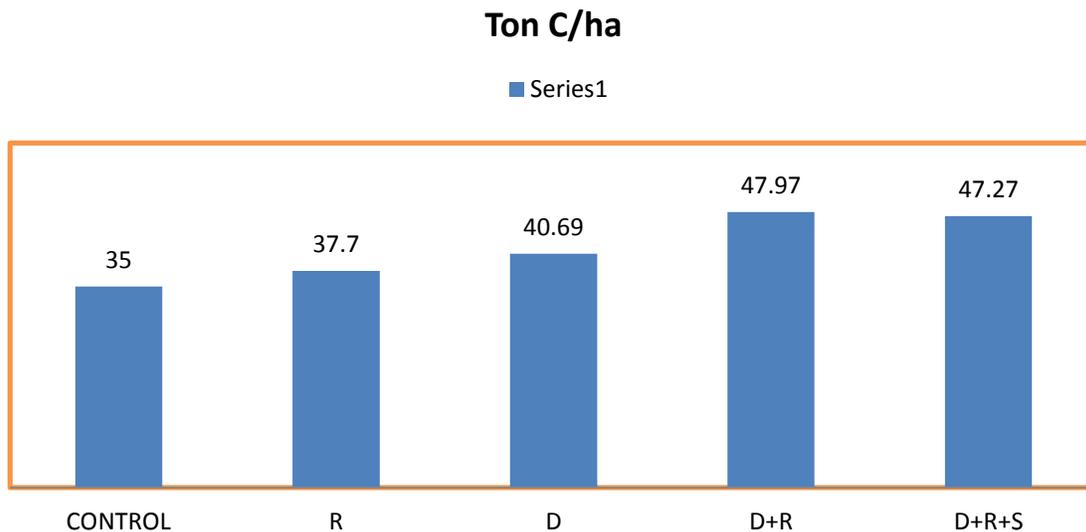


Figura 1. Efecto del disturbio sobre la acumulacion de carbono en el suelo de pastizales degradados.

Cuadro 1. Efecto del disturbio en la acumulación de carbono (Ton C/h) de diferentes profundidades en pastizales degradados.

Tratamiento	0.10	10-20
Conrol	35.9	34.8
Ramas	37.4	42.0
Disturbio	41.86	38.53
Disturbio +Rama	44.20	51.75
Disturbio+Rama+Semilla	51.40	43.15

Atributos del suelo. Considerando que el proceso de humificación de cualquier tipo de materia orgánica, es la transformación de compuestos como la celulosa y la lignina, gracias a la presencia

de microorganismos como los hongos, los que necesitan ciertas condiciones del medio ambiente para descomponer a los compuestos orgánicos mencionados.

Las condiciones óptimas del medio ambiente, para que los hongos alteren a la materia orgánica son: más del 80 por ciento de humedad, pH ácido, temperatura inferior a los 18°C y más del 5 por ciento de materia orgánica del suelo. Estas condiciones no se presentan en el suelo en estudio por lo que, a partir del cuadro 2. Se puede determinar que la forma general, los valores superiores fueron los de los ácidos húmicos (AH) son inferiores a los AF en 100%. Además, mayor tiempo de humificación, mayor cantidad de AF (Stevenson, 1984).

Cuadro 2. Efecto del disturbio sobre los ácidos húmicos (%) y ácidos Fulvicos (%) en pastizales degradados.

Tratamiento	0-10		10-20	
	AH(%)	AF (%)	AH (%)	AF (%)
Control	1.0	2.0	0.3	2.1
Ramas	1.1	2.0	0.8	2.2
Disturbio	1.1	2.4	0.2	1.9
Disturbio+Rama	1.8	1.5	0.9	1.2
D+R+S	0.9	2.4	0.3	2.1

Se puede determinar en el suelo donde se aplicaron las ramas y se disturbo; se presentaron los valores más inferiores de A AH; sobre todo en la profundidad de 10 a 20 cm, ya que los valores no superaron a la unidad; mientras que en la profundidad de 0 a 10 cm los valores de estos compuestos, a excepción del tratamiento ya mencionado (D+R+S) sobrepasaron el valor de uno. En el control y donde se adicionan. En el control y donde se adicionaron las ramas, la cantidad de AF presentaba la profundidad de 10 a 20 cm, aventajaron a la cantidad presentada profunda superficial, mientras que en los otros tratamientos, resultados son a la inversa; es decir, se presentaron cantidades superiores de AF en la profundidad de 0 a 10 cm, lo anterior concuerda con lo establecido por Frund, et al. Donde establecen que cuando la materia orgánica tiene poco tiempo de humificación, domina la formación de AF los que se caracterizan por estar muy oxidados, es decir dominan los grupos funcionales carboxilos (COOH-) dentro de la configuración de la molécula de éstos compuestos (Cuadro 2).

LITERATURA CITADA

- Allen –Díaz B. and J.W. Bartolomé 1998 .Sagebrush grass vegetation dynamikcs: comparing classical and state-transition models. *Ecological applications* 8: 795-804
- Allessio, M. L. Parker, T. and Simpson, R. 1989. *Ecology of soil seed bank*. Academic press, England.
- Begon M., J:L. Harper and C.R. Townsed 1990. *Ecology: Individuals, Populations and communities*. 2a. ed. Blackwell Scientific Publications 945 p.
- Pickett, S. T. A. y P. S. White (eds.). 1985. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics* . Academic Press, EE.UU., 472 pp.
- Sousa, W. P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15:353-391.
- Whinsenant S.G. 1999 *Reparing damaged wildland: a process-oriented , landcape-scale aprobach*. Cambridge UK .Cambridge University Press 312 p.

CAMBIO CLIMÁTICO, ANÁLISIS Y PRONÓSTICOS DESARROLLADOS MEDIANTE MÉTODOS DE SERIES DE TIEMPO Y LA IMPORTANCIA DE LA CUBIERTA VEGETAL EN PASTIZALES

¹ José Roberto Espinoza Prieto ¹, Marco Antonio Muñoz Quiroz ²,
José Luís Herrera Díaz ³, Rey Manuel Quintana Martínez ¹
Ricardo Abel Soto Cruz ¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Perif.Fco.R. Almada
km.1 Chihuahua, Chih. Mex. ² Estudiante de Ingeniería en matemáticas Facultad de Ingeniería,
Universidad Autónoma de Chihuahua ³ Profesor de la Facultad de Ingeniería
jespinoza@uach.mx

RESUMEN

El objetivo del trabajo de investigación es presentar las predicciones, del cambio climático mundial y la importancia de los pastizales para reducir su impacto. Se utilizó como información histórica la temperatura anómala planetaria registrada mensualmente en los últimos 133 años mediante metodologías de series de tiempo, con el fin de pronosticar estadísticamente el calentamiento global para los próximos 50 años; debido principalmente al fenómeno invernadero producido por el exceso del uso de combustibles fósiles, como la generación de gas metano, deforestación, etc. Entre las técnicas utilizadas están los métodos de los promedios móviles, de atenuación exponencial, regresión lineal y de Winters. Utilizando como criterio el cuadrado mínimo del error las técnicas más exactas esta el modelo 39regressional prediciendo para dentro de 50 años un incremento de 1.5°C cálculos muy similares a los proyectados por la NASA. Por lo que unas de las recomendaciones para enfrentar el cambio climático destacan un manejo racional de los pastizales para mantener la cubierta vegetativa de la superficie, ya que representa un 30 % de la superficie, como el control de las emisiones de metano del ganado a través de la digestión anabólica de estiércol principalmente de rumiantes. Por lo que uso del suelo para la ganadería extensiva se le deberá de seguir prestando una vital atención.

Palabras clave: Cambio climático, importancia del pastizal.

INTRODUCCIÓN

El calentamiento global es un término utilizado para referirse al incremento de la temperatura media mundial en la atmosfera terrestre, suelos y océanos. El hecho de referirse a "incremento" no significa que la temperatura a nivel planetario sea mayor, si no que debido a este incremento el planeta sufre cambios en sus patrones climáticos, por ejemplo, en algunos lugares donde antes hacía calor, ahora pueden ser más calurosos, o en otros donde se experimentaban seguías ahora lo hacen con mayor intensidad mientras en otros sitios sufren de inundaciones.

Debido a lo anterior algunos científicos han preferido llamarle 'cambio climático' en lugar de calentamiento global aunque ambos se refieren a lo mismo..

La temperatura anómala es un parámetro dimensional que mide la desviación de la temperatura media de un año respecto a la media de las temperaturas medias anuales de todo el período (diferencia del valor medio anual y la media del período, dividido entre la media del período), que es la unidad de la información histórica en la que centraremos el estudio. El informe de la FAO explica que la ganadería utiliza hoy en día el 30% de la superficie terrestre del planeta, que en su mayor parte son pastizales, pero que ocupa también un 33% de toda la superficie cultivable, destinada a producir forraje. La tala de bosques para crear pastos es una de las principales causas de la

deforestación, en especial en Latinoamérica, donde el 70% de los bosques que han desaparecido en el Amazonas se han destinado a pastizales. Cerca del 70% de las tierras de pastoreo en las zonas áridas están degradadas, a causa del exceso de pastoreo, la compactación de la tierra y la erosión causada por el ganado, y lo mismo sucede con 20% de los pastizales de rebaños.

MATERIALES Y MÉTODOS

La manera en que se realizó este trabajo fue mediante métodos matemáticos de series de tiempo para hacer los respectivos pronósticos y analizar los componentes que lo conforman. Para ello se utilizó los siguientes criterios: promedio móvil simple, promedio móvil múltiple, promedio móvil simple con peso específico, promedio móvil con tendencia lineal, suavización exponencial simple, Holt, Brown, híbrido entre Holt y Brown, SERSA, regresión lineal y Winters aditivo.

El objetivo fue entonces obtener los resultados de cada uno de los métodos y posteriormente verificar cual posee el cuadrado medio del error más pequeño para, de esta manera, hacer los pronósticos correspondientes a 50 años.

Los datos con los cuales se trabajaron comprenden a las temperaturas anómalas registradas desde el primer mes de 1880 hasta el último mes de 2012. La información es de corte transversal y está dividida en meses, esto es, su ciclo estacional es 12. Los datos fueron recogidos de la siguiente base de datos: De NOAA, National climatic data center con el englobamiento de las temperaturas anómalas registradas en la superficie terrestre y en la superficie oceánica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

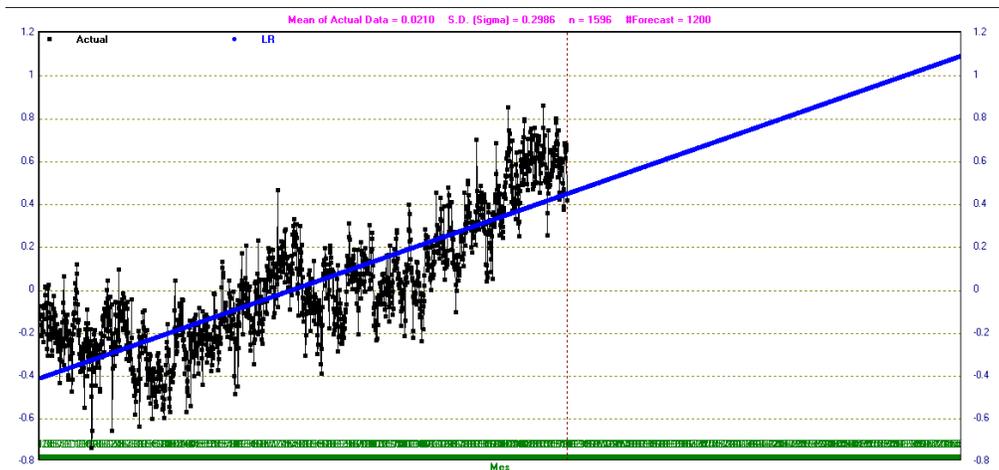
En cada uno de los criterios matemáticos empleados de series de tiempo, se determinaron estadísticamente los mejores criterios de factores de ponderación, como de móviles, utilizando el Software estadístico del WinQSB desarrollado por el Dr. Yih-Long Chang y determinando los pronósticos para los próximos 50 años, como el cuadrado medio del error para seleccionar estadísticamente la mejor metodología, a continuación se resume la información obtenida:

Pronósticos globales				
Lugar	Método	Configuración	CME	Pronostico anomalía
1	SES	alfa=0,48	<u>0,009</u>	0,5445
2	Holt	alfa=0,48, beta=0,0	<u>0,009</u>	0,5445
3	Hibrido (Brown y Holt)	alfa=0,71	<u>0,0092</u>	0,5401
4	SERSA	alfa=0,0 , beta=0,2	<u>0,0092</u>	0,6652
5	Brown	alfa=0,23	<u>0,01</u>	[600 diferentes]
6	PM sin peso	/	<u>0,0109</u>	0,419
7	W	alfa=0,01, beta=0, gamma=0,33	<u>0,018</u>	[600 diferentes]
8	PMS	N=1	<u>0,0268</u>	0,5401
9	RL	/	<u>0,0275</u>	[600 diferentes]
10	PMM	/	<u>0,0893</u>	0,021

Se puede observar fácilmente que los mejores métodos fueron el SES y el Holt por igual, ambos tienen el CME mas bajo con comparación con todos los anteriores.

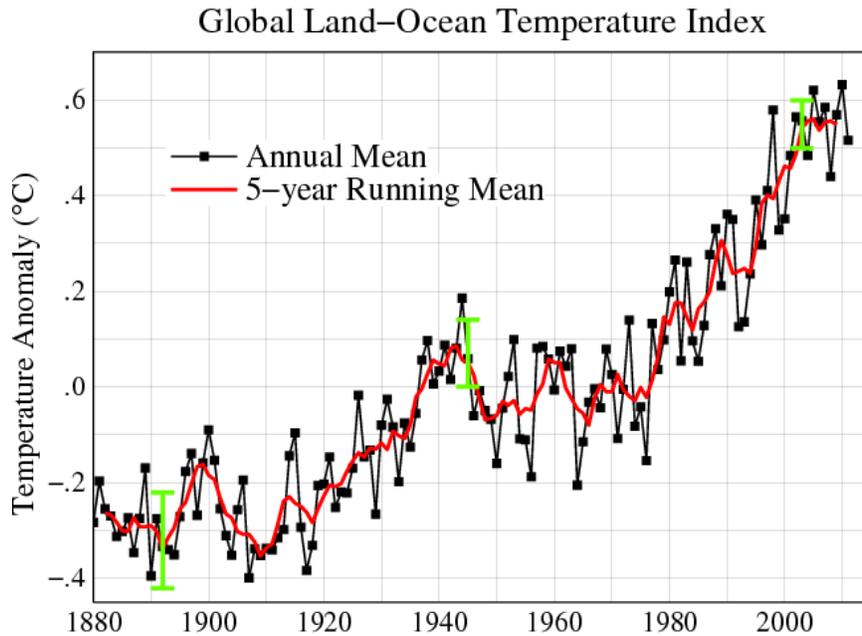
Antes de concluir, se debe considerar algo muy importante, que debido a las temperaturas promedio del planeta tan irregulares que se han venido registrando desde 1880 no se pudo determinar una estacionalidad en ningún método, así que los pronósticos parecieran que se mantendrán estables sin embargo vemos claramente que no es así.

Aunque aun con esto podemos decir que la temperatura promedio global durante los próximos 50 años estará fácilmente por arriba de los 0.5445°C . Si quisiéramos, aunque con un margen de error mayor sin embargo, darnos una idea de cuál será el incremento de la temperatura dentro de 100 años podemos usar la regresión lineal. En la siguiente figura podemos observar este. Llegados a este punto podemos decir que aun cuando la regresión lineal tenga menor exactitud nos da una mejor idea de la “tendencia” que presentan los datos.



Observamos que dentro de 100 años la temperatura del planeta podría incrementarse en 1.1°C aproximadamente.

En el último reporte con proyecciones de modelos climáticos presentados por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en Inglés), indican que es probable que temperatura global de la superficie, aumente entre $1,1$ a $6,4^{\circ}\text{C}$ durante el siglo XXI. Según la siguiente imagen:



En el caso del modelo de regresión lineal la ecuación para determinar el incremento de la temperatura estaría dada por la siguiente ecuación:

$$Y = -0.04091 + 0.00539X$$

05-11-2013 23:31:37	Source of Variability	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean Square	F value	p-value
1	Regression	1	98.2537	98.2537	3563.1340	0
2	Error	1594	43.9547	0.0276		
3	Total	1595	142.2084			

Podemos ver que el valor de p es 0 lo cual es menor que el valor de alfa=0.05, lo cual nos dice que la variable independiente (anomalías de temperatura) si ayuda a explicar el modelo en la ecuación de regresión lineal.

La estimación para dentro de 50 años fue de 1.6367°C y con un nivel de confianza de 95% podemos estimar que a ese tiempo (2062) la temperatura se incrementara dentro del rango de [1.5838°C y 1.6895°C]. La NASA determino un valor de 1.6°C.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Es indudable que la temperatura del planeta se seguirá incrementando en los próximos años pudiéndose predecir en base a los patrones históricos para dentro de 50 años será superior a 1.5 °C. Y donde debido a la gran extensión que representan los pastizales de la superficie terrestre, el

buen manejo de los sistemas de pastoreo para reducir la erosión, como para mantener la cubierta vegetal, como el ciclo del agua; es de vital importancia para ayudar a reducir en gran medida el calentamiento global, donde los estudios de impacto ambiental se deberán de seguir enfocando y legislando al uso del suelo que se destina para la ganadería extensiva y la afectación que implica para el ecosistema. En México se ha determinado que más del 27 % de la superficie que correspondía a bosque templado se han deforestado para ser utilizados como nuevos pastizales para esa actividad. Es necesario hacer un mayor énfasis en el modelo del manejo sustentable de los pastizales.

LITERATURA CITADA

- Berenson, M.L. & D. M. Levine (1989) Estadística para la administración y economía. Editorial interamericana. Primera edición. (Páginas: 259-275, 388-404).
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton y M. van den Belt. The value of the world's ecosystems services and natural capital. *Nature* 387: 253-260. 1997.
- Dallas, E. Johnson (2002) Métodos multivariados aplicados al análisis de datos Editorial Thompson, tercera edición. (Páginas: 255-285).
- Pérez, C. (2004) Técnicas de Análisis Multivariante de datos con aplicaciones con el SPSS. Pearson Prentice Hall. Primera edición. (Páginas: 229-230, 252-259, 260-267)
- Gore, A. *Una verdad incómoda*. Gedisa Editorial. España. 2006
- Semarnat-Colegio de Postgraduados. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana.
- Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales 2005. Semarnat. México. 2005

Pastizal y Sociedad

La cosecha de los recursos de vida silvestre del pastizal sin el establecimiento, promoción y obligatoriedad de ajustarse a dichas reglas, promueve relaciones devastadoras del recurso basadas en un sistema de "el que tiene más saliva.....", lo que detrimenta consistentemente la condición de los componentes del ecosistema.

MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINANTES EN EL RÍO SACRAMENTO, CHIHUAHUA, MÉXICO.

Alan Eduardo Gerard Rodríguez, Álvaro Rodríguez Terrazas, Edgar Gerardo Guerrero Gómez,
Alicia Melgoza Castillo, *Leonor Cortés Palacios.

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología. Km 1, Perif. Fco. R.
Almada, Chihuahua, Chih. CP 33820 lcortes@uach.mx

RESUMEN

Chihuahua se encuentra en zona semiárida con escasos cuerpos de agua, enclavado en el centro del continente, rodeado de grandes cadenas montañosas que lo alejan de las costas y las zonas húmedas debido a esto, el clima es seco y con lluvias escasas, lo cual influye notablemente en la hidrografía. La ciudad se estableció en torno a los ríos existentes. Uno de los ríos tributarios representativos del estado es el Sacramento. El río Sacramento es un río intermitente y el principal afluente del río Chuvíscar, que a su vez fluye a través del municipio de Chihuahua. Este nace en la Sierra de Majalca, al NE de la ciudad en dirección al Este. Corre paralelo a la Sierra de Nombre de Dios donde entra a la ciudad de Chihuahua recolectando el agua de diversos arroyos tributarios que se originan ó vienen desde la ciudad y los cerros cercanos. Actualmente, el río Sacramento y su ribera se encuentran afectados por la actividad antropogénica ya que la ciudad ha llegado a rodear la ribera del río con sus construcciones de tipo habitacional y vial. Se cree que el río presenta contaminantes básicos y patógenos, así como metales pesados nombrados de importancia en la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Además la calidad del agua está siendo afectada por diversos factores como los usos del suelo en la zona, la producción industrial y agrícola, así como la interrupción del cauce de los ríos, aunado a la erosión de los bordes y del suelo ribereño. Todo esto, trae como consecuencia, un impacto ambiental negativo al modificar el ciclo hidrológico provocando trastornos en el clima, en los procesos naturales y trayendo serios problemas de salud. Para conocer las variables, se estudió un aspecto primordial que es la calidad de agua del río. En primer lugar, se realizó un pre muestreo para conocer el sitio de manera más detallada y se seleccionaron puntos viables. Durante el muestreo se recolectaron dos muestras por punto, siendo un total de 10 muestras (por día de muestreo) producto de los sitios clave que se determinaron de acuerdo al caudal. Debido a que el río Sacramento es intermitente, en algunos puntos sólo se considerará el estado del sitio sin tener muestra alguna, todo esto por falta del recurso hídrico. Los análisis físicos y químicos del agua recolectada se elaboraron en el laboratorio de Parámetros Ambientales de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Los puntos que presentaron viabilidad fueron 2 (394702.00 E, 3174798.00 N, Altitud 1433 msnm, y 394702.00 E, 3174798.00 N, Altitud 1414 msnm), estos puntos se localizan en la entrada y la salida de la planta de tratamiento de aguas residuales zona Norte que tiene capacidad máxima de 1500 l/seg. Para el muestreo y pre-muestreo, se utilizaron recipientes plásticos PET de 1 litro, para recolectar las muestras, previamente lavadas y reposadas en HNO₃. Se determinaron *in situ* parámetros físicos de temperatura, Conductividad Eléctrica, pH y sólidos disueltos, mediante potenciómetro "Hanna". Para realizar una cuantificación extensa de metales pesados (Fe, Zn, Mn, Cu, Ca, Mg, Na, K, As, Hg, Pb, Cd y Cr), se analizaron las muestras con espectrofotómetro óptico inductivamente acoplado ICP-OES del Laboratorio de Parámetros Ambientales. Los parámetros químicos evaluados son: pH, Demanda Química de Oxígeno (DQO; método Hach), Demanda Bioquímica de Oxígeno por incubación, oxígeno disuelto (OD) (oxímetro Hanna) y dureza, mediante cálculos. Se empleó un equipo especializado para evaluar estos parámetros: Kit completo de Calidad de agua DREL 2800. Los resultados obtenidos de muestras tomadas a la entrada y salida de la planta tratadora, permite detectar que ningún resultado sobrepasa los límites máximos permisibles pertinentes a esta norma; lo que puede deberse a que en estos puntos, de noviembre a junio, el

cauce del río se encontraba prácticamente seco. Estas características pueden dar a lugar otros problemas de contaminación localizados en la inmediatez de punto donde existe una descarga antropogénica al cauce del río (sin producir flujo continuo del río) pero que debido a su poco flujo, puede concentrar contaminantes en esos puntos. Las Normas Oficiales Mexicanas no contemplan la posibilidad de un muestreo en estos puntos localizados ya que no hay flujo de agua, en este caso cada punto debería analizarse por separado dependiendo de la fuente (y características del agua residual). Dentro de estos análisis se midieron ciertos parámetros que no son aplicables a la NOM-001-SEMARNAT-1996, al haber sido analizados en aguas residuales. Se pudo observar un total de remoción de turbidez de 95% y, de igual manera, el la dureza removida es 68%, el cloro residual se ve aumentado debido al proceso de cloración que se le da al agua residual antes de su salida. Como conclusión, el proceso y tratamiento que se le da al agua en la planta cubre la necesidad de reducir los contaminantes vertidos al cauce del río. Sin embargo, la carencia de caudal y exceso de residuos sólidos urbanos en el área, poca cantidad de agua que se vierte al río llega a estancarse provocando un estado de eutrofización. Como parte de la propuesta de mitigación, se deben eliminar los residuos sólidos del área, prohibir estrictamente el vertido de basura y escombros, remover la vegetación no nativa, evitar la extracción de agua ilegal, realizar aclareos y podas a los árboles que lo necesiten, acciones de reforestación y obras ecológicas, así como el bloqueo de la zona para fines recreativos. Esto reducirá el estancamiento del caudal, y proveerá al río de un proceso de mitigación natural eficiente; a su vez, el suelo ribereño será impactado en menor grado por contaminantes y visitantes, ya se que utilizan vehículos automotores compactando y afectando al mismo. Además, impidiendo la erosión del suelo ribereño y accidentes, por la elevada fuerza y velocidad de flujo por eventos torrenciales aislados.

INCLUSIÓN DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) EN DIETAS PARA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS

INCLUSION OF AMARANTH (*Amaranthus hypochondriacus* L.) IN DIETS FOR RABBITS FEEDING

Guillermina Martínez-Trejo¹, Gabriel Alejandro Iturbide², Juan Manuel Cabrales Flores³

¹CIR-CE INIFAP, ²CIIDIR Unidad Durango Instituto Politécnico Nacional, Sistema de
Telesecundaria-SEP, Durango, Dgo. martinez.guillermina@inifap.gob.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo de conejos en crecimiento se llevó a cabo un experimento que consistió en la sustitución parcial ó total de alimento balanceado por el follaje de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en las instalaciones del CIIDIR-IPN Unidad Durango, México. El experimento tuvo una duración de 21 días. Se utilizaron 20 conejos (machos y hembras) de la raza Nueva Zelanda blanco, con un peso promedio que varió entre 0.9 y 1.15 kg. Los animales fueron distribuidos en cuatro tratamientos con cinco repeticiones: T1) Testigo, 100% de alimento comercial para conejos, T2) 80% de forraje fresco de amaranto + 20% de alimento comercial, T3) 80% de harina de follaje de amaranto + 20% de alimento comercial y T4) 100% de harina de follaje de amaranto. Las variables evaluadas fueron consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia; los resultados fueron analizados con un análisis de varianza y las medias fueron comparadas mediante pruebas de Tukey. Los resultados mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en las variables evaluadas; siendo mayor el consumo de alimento en el tratamiento 2, mientras que la ganancia de peso y la conversión alimenticia fueron mayores en el caso del tratamiento 1 (testigo). Los resultados obtenidos permiten sugerir el uso de amaranto en dietas para conejos, pero se requiere realizar más estudios para definir la cantidad de inclusión así como la forma de ofrecimiento.

Palabras clave: Amaranto, forraje, alimentación, no rumiantes.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se requiere de una gran cantidad de alimentos para satisfacer la demanda de la población que día con día crece (Martínez-Trejo, 2009); y por tanto se buscan alternativas para la utilización más eficientes de los recursos que se tienen a disposición y a la vez se plantean o replantean opciones. Ante el aumento sostenido de la población mexicana (mas de 97 millones de mexicanos), satisfacer la demanda de alimentos será sin duda el reto más importante del presente siglo por el hecho de que la frontera agrícola no podrá crecer más (Muruaga *et al.*, 2003). Para solventar las necesidades de la alimentación humana se dispone de recursos tanto vegetales como animales; en la alimentación animal se buscan alternativas de ingredientes que generen una menor competencia entre el uso de los mismos en la elaboración de alimentos para consumo humano. Algunas de esas alternativas son el uso de cultivos exclusivos para producción de forraje, uso de cultivos forrajeros alternativos y uso de esquilmos agrícolas obtenidos a partir de la siembra de cultivos para la producción de grano.

El amaranto pertenece al género *Amaranthus*, de la familia *Amaranthaceae* (Kigel, 1994; Contreras *et al.*, 2011) posee 65 especies, de las cuales alrededor de 50 son nativas de América; algunas de ellas son cultivadas para producir grano o para verdura y/o forraje, otras con fines tintóreos y algunas son malezas (Kigel, 1994). La principal finalidad del cultivo del amaranto es la obtención de grano para la elaboración de alimentos, confitería y sucedáneos para consumo humano; el grano también puede ser usado en dietas o como forraje para la alimentación animal. Una vez cosechado el grano, se genera una gran cantidad de esquilmo el cual puede ser aprovechado

como parte de la alimentación animal, en vez de que ocurra el desecho del mismo como basura o que sea eliminado a través de la quema. Los datos de composición química y de producción, así como la evaluación nutricional del amaranto (Sánchez, 1986; Alfaro *et al.*, 1987a,b; Pisarikova *et al.*, 2006a; García-Pereyra *et al.*, 2009), muestran su gran potencial para uso en alimentación humana y animal. El objetivo del presente estudio fue evaluar la utilización de la harina o el follaje de amaranto en la alimentación de conejos en crecimiento como una opción para el aprovechamiento de esta planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el CIIDIR-IPN Unidad Durango, ubicado en el municipio de Vicente Guerrero. Se utilizaron 20 conejos (machos y hembras) en crecimiento, de la raza Nueva Zelanda blanco, con peso promedio que osciló de 0.9 a 1.15 kg, los cuales se asignaron a cuatro tratamientos (con cinco repeticiones): T1) Testigo, 100% de alimento comercial para conejos, T2) 80% de forraje fresco de amaranto + 20% de alimento comercial, T3) 80% de harina de follaje de amaranto + 20% de alimento comercial y T4) 100% de harina de follaje de amaranto. Las hojas de amaranto fueron cortadas de manera manual; para el tratamiento 2, después del corte las hojas fueron ofrecidas directamente a los animales, y para la elaboración de la harina de los tratamientos 3 y 4, las hojas se secaron en estufa de aire forzado a 55°C de temperatura durante 24 horas en el laboratorio de Fitogenética-CIIDIR-IPN-Durango, para determinar la materia seca y posteriormente se molieron en molino de nixtamal para incluir la harina en la alimentación de los conejos. El alimento se ofreció a libre acceso; durante los 21 días del experimento se registró el peso del alimento ofrecido y rechazado y los animales fueron pesados al inicio del experimento, cada semana y al final del mismo; los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente a través de un análisis de varianza y las medias fueron comparadas mediante pruebas de Tukey (Herrera y Barreras, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de alimento

En el presente estudio, la evaluación que se realizó para valorar el consumo de alimento mostró diferencias importantes ($P < 0.05$; Figura 1), ya que el tratamiento 2 mostró un mayor consumo de alimento y fue muy superior a los tratamientos 3 y 4. El mejor comportamiento en consumo de alimento del tratamiento 2, se debe a que el follaje de amaranto en forma verde presenta una mayor calidad nutricional y al dar un tratamiento con calor se pierde gran parte de sus cualidades nutricionales, de ahí que el consumo se reduzca al perder palatabilidad y aceptación del follaje en los tratamientos 3 y 4. Resultados similares fueron reportados por Gil (2009), quien al evaluar en conejos, dietas que incluían cacahuate forrajero+pasto estrella+amaranto en comparación con alimento comercial, no encontró diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo los animales prefirieron los tratamientos que incluían forrajes, resultado que puede indicar que la inclusión de fuentes ricas en proteína y fibra genera una mezcla apetecible para el animal. Así mismo, Chhay *et al.* (2013), reportan que en conejos alimentados con hojas y tallos de amaranto para reemplazar el porcentaje de inclusión de espinaca acuática, los animales prefirieron las dietas de los tratamientos que incluían mayor cantidad de hojas de amaranto.

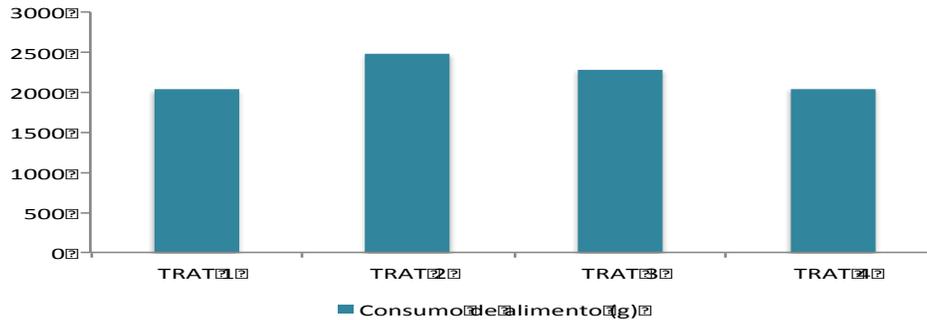


Figura 1. Consumo de alimento (en gramos por animal durante 21 días) en conejos alimentados con alimento comercial ó amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en diferentes niveles y presentación (follaje verde o harina de follaje seco).

Ganancia de peso

En la presente investigación se encontró que las ganancias de peso obtenidas fueron influenciadas significativamente ($P < 0.05$; Figura 2) por la forma de presentación en que se ofreció el follaje de amaranto, así como por el nivel de inclusión del mismo en los tratamientos empleados.

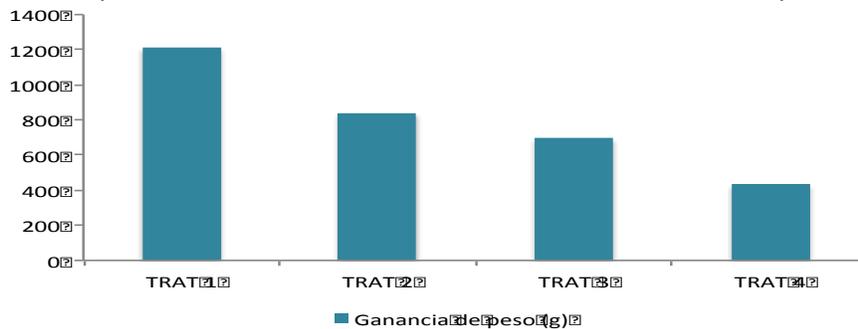


Figura 2. Ganancia de peso (en gramos por animal durante 21 días) en conejos alimentados con alimento comercial ó amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en diferentes niveles y presentación (follaje verde o harina de follaje seco).

La ganancia de peso fue mayor en el tratamiento testigo (Figura 2), en comparación con los demás tratamientos; para el caso de los tratamientos 3 y 4, los resultados pueden ser atribuidos a que niveles altos (mayores a 15%) de inclusión de harina de amaranto en dietas para conejos ocasiona retardo en el crecimiento y algunos problemas patológicos (Alfaro *et al.*, 1987b); además Cheeke y Bronson (1979), al analizar muestras de *Amaranthus hypochondriacus* L. reportaron que la proteína de este forraje es de baja digestibilidad en no rumiantes, ya que se liga a la fracción de fibra durante el proceso de secado.

Los resultados obtenidos en esta investigación difieren de los obtenidos por Gil (2009), quien reportó ganancias de peso mayores en conejos al ser alimentados con dietas que incluían cacahuate forrajero+pasto estrella+amaranto en comparación con alimento comercial.

Conversión alimenticia

Aun cuando los animales del tratamiento 2 mostraron un mayor consumo de alimento en comparación con los demás tratamientos, este no se vió reflejado en una mejor conversión alimenticia (Cuadro 1). Lo cual puede atribuirse a que el forraje en verde contiene un gran porcentaje de agua; así como el contenido nutricional de la planta es mayor, a medida que la planta se encuentra en estadios tempranos de desarrollo, por tanto su aceptación es mejor; sin embargo, pueden existir factores antinutricionales (Cheeke y Bronson, 1979; Pisarikova *et al.*,

2006b); que repercutan en los parámetros productivos al ser probados en animales monogástricos, tal como lo muestran los resultados de ganancia de peso en la presente investigación.

Cuadro 1. Conversión alimenticia de conejos alimentados con alimento comercial ó amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en diferentes niveles y presentación (follaje verde o harina de follaje seco).

Tratamiento	Conversión alimenticia
1	1.68
2	2.95
3	3.28
4	4.72

CONCLUSIONES

El follaje de amaranto en forma verde (fresca) presenta un mejor consumo de alimento y una buena ganancia de en conejos en crecimiento; sin embargo, no se mejora la conversión alimenticia (comportamiento productivo); por lo que se sugiere llevar a cabo más estudios en dietas de conejos para valorar los niveles de inclusión de follaje fresco.

El follaje de amaranto en forma de harina, para disminuir el tamaño de partícula, mejorar el consumo e incrementar la digestibilidad del follaje, requiere de más estudios para determinar los niveles de inclusión adecuados que se vean reflejados en un mejor comportamiento productivo de conejos.

LITERATURA CITADA

- Alfaro, M. A., Martínez, A., Ramírez, R. and Bressani, R. 1987a. Yield and chemical composition of the vegetal parts of the amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) at different physiological stages. Arch. Latinoamer. Nutr. 37:108-121.
- Alfaro, M. A., Ramírez, R., Martínez, A., and Bressani, R. 1987b. Evaluation of different levels of amaranth flow (vegetative parts) in substitution of alfalfa meal for growing rabbits. Arch. Latinoamer. Nutr. 37:174-185.
- Cheeke, R. and Bronson, J. 1979. Feeding trials with *Amaranthus* grain, forage and leaf protein concentrates. Proceedings of the Second Amaranth Conference. Rodale. Press. Pennsylvania. Pp. 5-11.
- Chhay, T., Pok, S., Borin, K. and Preston, T. R. 2013. Amaranth (*Amaranthus spp.*) as replacement for water spinach (*Ipomoea aquatica*) with or without paddy rice on growth performance of rabbits. *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 24. No. 25. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd25/1/chha25012.htm>. Consultado el 25 de julio de 2013.
- Contreras, L. E., Jaimez, O. J., Soto, R. J. C., Castañeda, O. A. y Añorve, M. J. 2011. Aumento del contenido proteico de una bebida a base de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). Revista Chilena de Nutrición. 38: 322-330.
- García-Pereyra, J., Valdés-Lozano, C. G. S., Olivares-Sáenz, E., Alvarado-Gómez, O., Alejandre-Iturbide, G., Salazar-Sosa, E. y Medrano-Roldán, H. 2009. Rendimiento de grano y calidad del forraje de amaranto (*Amaranthus spp.*) cultivado a diferentes densidades en el noreste de México. *Fyton-Revista Internacional de Botánica Experimental*. 78:53-60.

- Gil, A. J. L. 2009. Evaluación de raciones de alimentos en el crecimiento y desarrollo de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) en el Sector Santo Cristo Parroquia Biscucuy, Estado Portuguesa. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-cunicultura/articulos/evaluacion-raciones-alimentos-crecimiento-t2704/141-p0.htm>. Consultado el 25 de julio de 2013.
- Herrera, H. J. G. y Barreras, S. A. 2005. Análisis estadístico de experimentos con animales. 2da. Edición. Colegio de Postgraduados. México. 216 Pp.
- Kigel, J. 1994. Development and ecophysiology of amaranth. In: Amaranth biology, chemistry and technology. Chapter 4. O. Paredes López Eds. CRC Press Inc. 223 Pp.
- Martínez-Trejo, G. 2009. Modificación de la conducta social de lechones mediante la adición de triptófano en el alimento y el uso de objetos distractores en las áreas de alojamiento. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México, México. 129 Pp.
- Muruaga, M. J. S., Hernández, C. J. M. y Espitia, R. E. 2003. Conservación y utilización del amaranto en el área rural del Distrito Federal. Memoria técnica No. 6. INIFAP-Campo Experimental Valle de México. 99 Pp.
- Pisarikova, B., Peterka, J., Trckova, M., Moudry, J., Zraly, Z. And Herzig, I. 2006a. Chemical composition of the above-ground biomass of *Amaranthus cruentus* and *A. hypochondriacus*. Acta Vet. Brno. 75:133-138.
- Pisarikova, B., Zraly, Z., Kracmar, S., Trckova, M. and Herzig, I. 2006b. The use of amaranth (genus *Amaranthus* L.) in the diets for broiler chickens. Veterinarni Medicina. 51: 399-407.
- Sánchez, J. M. C. 1986. Amaranth: A mexican source of forage not utilized. Vet. Mex. 17:289-298

USO DE LOS RECURSOS NATURALES: UNA APROXIMACIÓN A TRAVÉS DE LA HUELLA ECOLÓGICA

NATURAL RESOURCES USE: AN APPROXIMATION THROUGHOUT FOOT PRINT

Otilia Rivero, María Isela Ordoñez, Marisol Aguilar, Alicia Melgoza

Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Perif. Fco. R. Almada, Km 1,
Chihuahua, Chih. C.P. 31 453. orivero@uach.mx

RESUMEN

Los recursos naturales nos proporcionan los productos y servicios que requerimos para nuestras actividades diarias. La huella ecológica es una forma de medir cuantas hectáreas requerimos para mantener nuestro estilo de vida. El objetivo fue determinar la huella ecológica a través de una encuesta en estudiantes de recién ingreso en el programa de Ingeniero en Ecología para concientizarlos como parte de su formación ecológica. Para ello se utilizó una encuesta utilizada a nivel internacional que cuantifica las actividades relacionadas a: uso de agua, comida, vivienda, transporte, uso de energía, productos, ropa y ocio. Cada actividad contempla diferentes preguntas y valores para éstas. Al realizar los cálculos con base en la puntuación total se obtuvo en promedio 15 hectáreas. Esto representa que si todos los habitantes del planeta tuviéramos la misma huella ecológica y tomando en cuenta la superficie total del planeta se requeriría más de 2 planetas para mantener nuestro estilo de vida. Este cálculo es para hacer conciencia en los estudiantes y que, en la medida de sus posibilidades, hagan cambios en su estilo de vida como parte de su formación ecológica.

Palabras claves: recursos naturales, huella ecológica.

Key words: natural resources, foot print.

INTRODUCCIÓN

La huella ecológica es una herramienta para medir la sustentabilidad de las acciones humanas, basada en datos científicos disponibles. Esta medición calcula la porción de tierra tanto terrestre como marítima que requerimos para producir nuestros alimentos y materias prima para llevar a cabo nuestras actividades, así como la superficie que requerimos para absorber los desechos que producimos (SEMARNAT, 2008). Por lo que este cálculo le permite al gobierno y sociedad en general cuantificar el impacto de nuestras actividades sobre el uso que hacemos de los recursos naturales. Esta medición es importante al llevar a cabo programas de educación ambiental en todos los sectores de la sociedad para tomar conciencia e incluso generar políticas públicas (Martínez, 2007). En los años 90 en España la huella ecológica se convirtió en un importante indicador para medir la sustentabilidad ambiental aplicándolo al área de la agricultura y la alimentación de la población española para estimar la superficie ecológica productiva necesaria para satisfacer su consumo (Carpintero, 2006).

El objetivo de este trabajo es determinar la huella ecológica a través de una encuesta en estudiantes de recién ingreso en el programa de Ingeniero en Ecología para concientizarlos como parte de su formación ecológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La huella ecológica se calculó a través de la aplicación de la encuesta propuesta por Turner (s/f). El formato original se presenta como anexo al final de literatura citada; se realizaron algunas modificaciones a la traducción española realizada por Ester Xicota. Esta encuesta se aplicó a los alumnos de primer semestre de la carrera de Ingeniero en Ecología de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la UACH, que han ingresado desde 2009 a la fecha 2013. Después de desechar encuestas que presentaban errores, se trabajó con un total de 444. Para estimar las hectáreas requeridas por cada alumno se sumaron todos los puntos de cada sección de la encuesta, se dividió entre 100 y se obtuvo el número de hectáreas que requiere cada alumno para mantener su estilo de vida. Con los datos se obtuvieron medias y su variación para graficar por actividad de la encuesta. Posteriormente se obtuvo un promedio general de hectáreas para todo el grupo de estudiantes. Este dato se calculó para todos los 7 billones de habitantes del planeta, suponiendo que todos tuvieran la misma demanda de uso de estilo de vida. Estos valores se compararon con otros países donde se ha utilizado la misma encuesta. La huella ecológica reportada en cada país también se calculó para todos los habitantes del planeta, para realizar comparaciones con la huella obtenida por los estudiantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en las 444 encuestas se obtuvo que el promedio de la huella ecológica de los estudiantes que iniciaran el programa de Ingeniero en Ecología es de 5 has. Si bien no es posible comparar que actividad contribuye más a la huella ecológica, ya que cada sección tiene diferente número de preguntas y valores, la Gráfica 1 muestra el promedio y variación para cada actividad. Al suponer que todos los habitantes del planeta tienen el mismo estilo de vida que los estudiantes encuestados, da como resultado que se requieren más de dos planetas para satisfacer las necesidades de vida.

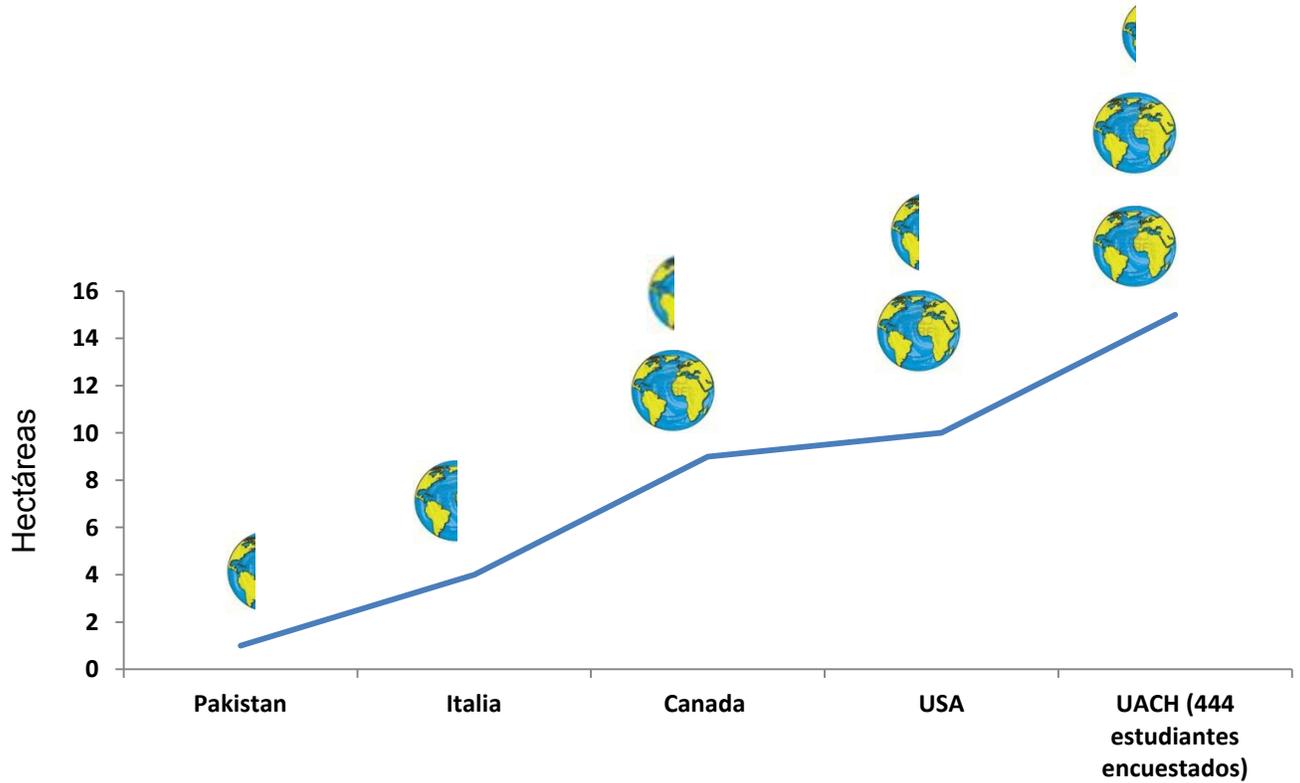
Ahora, al comparar la huella ecológica de otros países y aplicarla a los 7 billones de habitantes del planeta, se observa la gran variedad en los estilos de vida y por lo tanto usos de los recursos naturales entre diferentes poblaciones (Gráfica 2). La gráfica se basa en que el planeta tiene aproximadamente 51 billones de hectáreas; aunque también se habla de que solo 12 billones de hectáreas son biológicamente productivas (Turner, s/f); esta estimación incrementaría a más de ocho planetas los requerimientos de los todos los habitantes, con base en la encuesta de este trabajo.

CONCLUSIONES

Debemos hacer cambios en el estilo de vida para disminuir el impacto en el uso de recursos naturales. Para determinar si al finalizar el programa de Ingeniero en Ecología ha cambiado en los estudiantes su estilo de vida, estos serán encuestados nuevamente a partir del semestre de otoño del 2013, cuando la generación 2009 este en su último semestre.

LITERATURA CITADA

- Carpintero O. (2006). La huella ecológica de la agricultura y la alimentación en España, 1955-2000. AREAS Revista Internacional de Ciencias Sociales. 25:31-45.
- Martínez CR. (2007). Algunos aspectos de Huella Ecológica. Inter. Sedes. 7:11-25.
- Moffatt I. 2000. Ecological footprints and sustainable development. Ecol. Econ. 32:359-362.
- SEMARNAT. (2008). <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental>
- Turner T. (s/f). Como es de importante mi pisada ecológica. Traducción: Ester Xicota. <http://www.cus.uadec.mx/documentos>. Consultado: 12 mayo de 1998



Grafica 1. Puntuación obtenida de 444 encuestas a estudiantes de primer ingreso del programa de Ingeniero en Ecología de la UACH, con base en la metodología de Turner (s/f).

Grafica 2. Proporción del planeta (has) que se requiere para mantener diferentes huellas ecológicas si los 7 billones de habitantes tuvieran la misma huella (Pakistán 1, Italia 4, Canadá 8, USA 10 y UACH 15).

PRODUCTIVIDAD DE CABRAS CRIOLLAS EN PASTOREO SUPLEMENTADAS CON ACEITES VEGETALES

PRODUCTIVITY OF NATIVE GOATS IN GRAZING SUPPLEMENTED WITH VEGETABLE OILS

Israel Lerma Reyes¹, Marco Antonio Rivas Jacobo², Héctor Aarón Lee Rangel², Camelia Alejandra Herrera Corredor²

¹ Estudiante, Maestría en Producción Agropecuaria, Facultad de Agronomía y Veterinaria, UASLP, C.P. 78321, email: isle.re@hotmail.com ² Profesor Investigador, FA y Veterinaria, UASLP

RESUMEN

La inclusión de aceites vegetales puede mejorar la concentración energética de la dieta, reducir riesgo de acidosis ruminal y modifica tipo y cantidad de ácidos grasos que pueden ser absorbidos y estar presentes en los productos de rumiantes (Martínez *et al.*, 2010). El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento productivo de cabras suplementadas con aceite de canola y soya en el último mes de gestación y la producción de leche e incrementos de peso de los cabritos. El experimento incluyó 39 cabras criollas de segundo parto con sus crías, con un peso promedio de 42.8 kg encastadas de la raza Nubia, en condiciones de pastoreo extensivo (Bosque Caducifolio Espinoso) en la zona media del estado de S.L.P., a 22° 23' LN y 100° 12' LO, con una altura de 1137 msnm y una precipitación de 492 mm. Los tratamientos fueron: T1) 15 cabras sin suplementación, T2) 12 cabras suplementadas con aceite de soya, T3) 12 cabras suplementadas con aceite de canola; los cabritos nacidos fueron asignados a los mismos tratamientos y consumieron solo leche de sus madres hasta los 35 días de edad. Se suministraron 20 ml de aceite a las 7 a.m. antes del pastoreo con una jeringa a cada cabra un mes antes del parto y durante los primeros 35 días de lactación. A partir del parto y semanalmente se registró el incremento de peso de cabritos (IDPC) y se evaluó la producción de leche (PL), y a los 35 días se evaluó el rendimiento en canal de cabritos (RC). El diseño experimental utilizado para IDPC fue un completamente al azar con diferente número de repeticiones, se realizó un análisis de varianza con un procedimiento MIXED, para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan. Para el RC se analizó por medio de un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, se realizó un análisis de varianza con un procedimiento GLM, para las pruebas de comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey. Para la PL fue por medio de un completamente al azar con diferente número de repeticiones, se realizó un análisis de varianza con un procedimiento GLM, para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan, se usó el paquete estadístico SAS, 2004. El mayor IDPC ($p < 0.05$) en el día 7 fue para el T2 (1.63 kg) y en el día 35 fue para el T3 (1.25 Kg). El RC ($p > 0.05$) presentó el valor más alto T3 (4.92 Kg). La PL ($p < 0.05$) presentaron los valores más altos el T2 (1.08 L) y T3 (1.03 L). El estudio permite recomendar el uso de aceite de canola y soya para mantener la producción de leche y obtener mejores pesos de cabritos a una edad de 35 días.

Palabras clave: cabras, aceites vegetales, producción.

**PRODUCCIÓN DE AGUAMIEL DE MAGUEY MEXICANO *Agave mapisaga*
EN MORELOS, ZACATECAS, MÉXICO.**

AGUAMIEL PRODUCTION FROM *Agave mapisaga* IN MORELOS, ZACATECAS, MÉXICO

Rubio AFA*¹

¹Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Correo: rubio.francisco@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue conocer la producción de aguamiel y el contenido de sólidos totales de plantas de maguey mexicano *Agave mapisaga* Trel., en el Mpio. de Morelos, Zac., México. El año de 1998, fueron trasplantados 100 magueyes con rangos de altura entre 30 y 60 cm, en un matorral mediano espinoso, adyacente a una nopalera dedicada a la producción de tunas. Para el trasplante, se cavaron fosas de 40x40x25 cm con talache; después de esto, las plantas no recibieron otra labor de apoyo. El 30 de enero del año 2011, fueron seleccionadas dos plantas que presentaban condiciones de madurez para recolectar aguamiel, por tal motivo fueron “quebradas” con machete y barra de la forma tradicional de la región, haciéndoles una cuenca de recolección y del día 8 de febrero al 5 de abril del mismo año, se les midió la producción de aguamiel durante dos veces al día (8:30 a.m. y 18:30 p.m). Al aguamiel matutino, le fue determinada la cantidad de sólidos totales (°Brix), con refractómetro modelo PR-32 α , en el CEZAC-INIFAP, llevando a cabo siete eventos de medición (tratamientos) a intervalos de 8 a 10 días: T1: 2 feb; T2: 8 feb; T3: 18 feb; T4: 28 feb; T5: 10 marzo; T6: 21 marzo y T7: 30 marzo, haciendo tres mediciones (repeticiones) por evento, dicha información fue sometida en un ANVA bajo un diseño experimental Completamente al Azar, la comparación de medias fue con la prueba DMS al 0.01%. El año 2011, se hizo un conteo de los individuos vivos. La precipitación promedio en la región es de 400.0 mm por año, pero en dos años antes del estudio fue abajo del promedio, con 330.0 y 387.0 mm, para los años 2009 y 2010, respectivamente. La sobrevivencia fue del 75% de plantas. En relación a la producción de aguamiel, la sumatoria de dos plantas de los muestreos matutinos (n=57 días) indican un rendimiento acumulado de 152.0 l y durante los vespertinos (n=56 días) fue de 138.5 l, haciendo un acumulado total de 290.5 l. El aguamiel se cotiza al menudeo en la región a \$20.0/l, por tal motivo se tendría un ingreso bruto de \$5,810.0. En relación a los sólidos totales, se encontraron diferencias ($p \leq 0.01$) entre fechas de muestreo, encontrando los valores más altos los primeros días de producción con 17.6 y 14.1 °brix, bajando los valores a rangos de entre 10.7 y 12.9 °brix, del 18 de febrero al 30 de marzo. Se concluye que la explotación racional de agaves aguamieleros, representa una fuente de ingreso y alimento de calidad para las familias del medio rural. Se sugiere hacer bancos de germoplasma de este género para su conservación.

Palabras clave: Agave, aguamiel, grados brix.

MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO Y ECONÓMICO DE LA CAPRINOCULTURA DURANTE TRES AÑOS BAJO EL SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA EN COAHUILA

TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC IMPROVEMENT OF THE CAPRINOCULTURA FOR THREE YEARS UNDER SUPPORT TECHNIQUE IN COAHUILA

Mario H. Esqueda Coronado¹, Pedro Hernández Rojas^{*2}, Raymundo Vázquez Gómez³,
Ruben D. Garza Cedillo⁴, Carlos Rios Quiróz², Antonio S Fuentes Rodríguez⁵.

¹Sitio Experimental La Campana Chihuahua-INIFAP, ²Campo Experimental Saltillo-INIFAP, ³CENID-Microbiología-INIFAP³, ⁴Campo Experimental Rio Bravo-INIFAP, ⁵Colaborador Externo UTEP-INIFAP; hernandez.pedro@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el mejoramiento tecnológico-productivo y económico de la caprinocultura bajo condiciones de agostaderos y semi-extensivo con servicio de asistencia técnica en Coahuila. El estudio se realizó durante 2008 a 2010 en el área de influencia del Distrito de Desarrollo Rural 003 de Frontera, 004 de Saltillo y 005 de La Laguna de Coahuila, bajo la metodología de Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT). Se utilizó la información de 485 productores en promedio por año, sobre el uso de tecnologías, número de vientres, número crías nacidas vivas al inicio y final de cada año, cabras en ordeña, venta de cabritos y leche e ingreso por venta de cabritos y leche. Las variables de respuesta fueron el porcentaje de avance tecnológico e impacto, variables productivas y variables económicas. Se usaron 28 actividades tecnológicas en promedio y ninguna reportó un uso mayor del 49% por año. El impacto y el avance de la tecnología usada del inicio al final del período fue de 70 a 45 y de 13 a 10% en promedio, respectivamente. Lo anterior incremento en 5% (990) el número de vientres, en 82% el número de crías nacidas vivas, en 16% el número de cabras en ordeña y en 6% la producción de leche. Así como también, se incrementó el ingreso por la venta de cabritos en 5% y en 11% el ingreso por la venta de leche. Se concluye que el nivel tecnológico obtenido y las variables productivas y económicas durante los tres años de servicio de asistencia técnica en las unidades de producción caprina bajo la metodología GGAVATT son bajos. La falta de recursos del productor, asesores más profesionales y la falta de compromiso más profesional de las instituciones del sector involucradas en el apoyo del servicio de asistencia técnica al productor son factores limitantes.

Palabras Clave: Asistencia técnica, mejoramiento técnico y económico, caprinos, impactos.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the technological-productive and economic of the caprine culture under conditions of rangeland and semi-extensive improvement with technical support in Coahuila. The study was conducted during 2008 to 2010 in the area of influence of the District of Rural Development "003" of Frontera, "004" of Saltillo and "005" the Laguna of Coahuila, under the methodology of validation and technology transfer livestock groups (GGAVATT). 485 Producers information was used on average per year, about the use of technology, number of bellies, number broods born alive at the beginning and end of each year, goat milking, sale of kids milk and income from sale of kids and milk. The response variables were the proportion of technological advancement and impact, productive variables and economic variables. 28 Technological activities on average were used and none reported greater use of 49% for the year. The impact and progress of the technology used in the home at the end of the period was 70 to 45 and 13 to 10% on average, respectively. This 5% increase (990) the number of sows, 82% the number of offspring born vineyards, 16% in the number of goats in milking and 6% of milk production. As well, increased

income from the sale of kids in 5% and 11% income from the sale of milk. Conclusion is that the obtained technological level and the productive and economic variables during the three years of technical service in goat production units under the GGAVATT methodology are low. The lack of resources of producer, professional advisors and the lack of commitment more professional of the sector institutions involved in the support of the technical assistance service to the producer are limiting factors.

Key words: Technical assistance, technical improvement and economic, goats, impacts.

INTRODUCCIÓN

El éxito económico de las empresas productoras de ganado de caprino depende en gran medida del porcentaje de hembras que paren un mayor número de crías vivas por año, y a su vez del porcentaje de cabritos destetados. Pero el logro de la eficiencia adecuada, depende de factores relacionados con los animales y su entorno, así como con aquellos relacionados con la toma de decisiones de los dueños o administradores de los ranchos, siendo en éstos últimos donde se incluyen los factores relacionados con la aplicación de tecnologías. Área que deberá fortalecerse debido a que es parte fundamental para mejorar la competitividad de la empresa (Villaret, 2004), puesto que esta es quien establece el intercambio directo, el dialogo y el asesoramiento técnico individual, medios clásicos para que sin duda alguna los ganaderos adopten nuevas tecnologías, mejoren técnicamente y/o se organicen mejor.

A pesar de practicarse la actividad caprina en Coahuila por más de tres siglos, en los últimos 10 años, se encuentra estancada con tendencia a la baja en la producción y valor de la producción, ya que un análisis sobre el dinamismo de este sistema producto y comparado con los de bovino carne y leche y, ovino por el periodo de 2002 a 2011 en el estado, la actividad caprino carne disminuyó en 1.24% (-238 ton), e incrementó caprino leche en 1.79% (44 ton), pero por debajo de bovino carne, bovino leche y ovino. Así como también en el valor de la producción, pues caprinos leche con 3.2% (2,728 miles de pesos) y caprinos carne con 1.58% (1,134 miles de pesos), fueron las actividades con menor dinamismo; en cambio por el dinamismo en el inventario de 1.9% (7,294 cabezas promedio por año) y la cobertura social, la actividad caprina en el estado es segunda en importancia después de bovino carne (Hernández y Fuentes, 2013). Comportamiento ocasionado por el bajo nivel tecnológico (Salinas *et al.*, 1997; Valdés *et al.*, 2004 y Hernández, 2006), a pesar de los apoyos en programas y extensionismo proporcionados en años anteriores (FIRA, 1999). Por lo anterior el objetivo del trabajo fue evaluar el mejoramiento tecnológico-productivo y económico de las unidades de producción caprina bajo condiciones de agostaderos y semi-extensivo con asistencia técnica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo de Junio de 2008 a Marzo de 2010, en 14 grupos y 485 productores en promedio por año con sistema caprino carne-leche bajo condiciones extensivas en agostadero y semi-extensivas en el área de influencia del Distrito de Desarrollo Rural 003, Frontera, 004 Saltillo y 005 La Laguna de Coahuila, con asistencia técnica bajo la metodología de Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT), con líneas de acción en organización, planeación, seguimiento, evaluación, capacitación y soporte técnico (SAGARPA-INIFAP, 2008). Durante el periodo de estudio al inicio y al final de cada año, se evaluaron las actividades y tecnologías planeadas y usadas, las variables técnicas y las variables económicas, así como las capacitaciones realizadas a los productores. Para determinar el impacto tecnológico, se aplicó la siguiente fórmula: $(\text{productores al final del periodo} - \text{productores al inicio del periodo})$, para evaluar el porcentaje de uso y/o avance se calculo bajo la siguiente fórmula: $(\text{Incremento del número de productores que realizan la actividad} / \text{Número total de productores participando}) * 100$ y, para determinar el impacto productivo, se logró con la aplicación de la formula: número de vientres y

crías al final y al inicio multiplicado por 100 (INIFAP, 2009). Para el cálculo de las variables estudiadas se utilizaron estadísticos (Programa Microsoft Office Excel, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El impacto y el porcentaje de avance en el mejoramiento tecnológico de las unidades de producción caprina durante 2008 a 2010 con programa de asistencia técnica y con el uso de las 23, 31 y 29 actividades y/o componentes tecnológicos planteados por 533, 466 y 445 productores participantes de 15, 13 y 15 grupos por año, se muestra en la Figura 1. Ahí se aprecia un impacto promedio decreciente de 70, 54 y 45 productores que usaron tecnología en cada año y un avance general promedio decreciente de 13,12 y 10%. El avance promedio obtenido en los tres años fue de 11.7%, menor al 31% obtenido en Zaragoza, Coahuila durante el período de 2003 al 2006 (Hernández, 2006); así como a los reportados en Zacatecas de 43 a 92% en tres años (Salinas *et al.*, 1997).

El comportamiento de la mejora tecnológica de las unidades de producción caprina durante los tres años, se presenta en la Figura 2, donde se puede apreciar mejor la tendencia decreciente en el uso de la tecnología de año a año de 13, 12 y 10%. No obstante, esta mejora es positiva al reportar un avance acumulado del 33% (27 al 60%), mismo que bajo esta condición, el avance es mayor que el reportado en Zaragoza (Hernández, 2006), pero menor al reportado por Salinas *et al.*, 1997. Los resultados obtenidos están limitados por los escasos recursos económicos del productor, técnicos poco comprometidos con la asesoría profesional y falta de compromiso técnico de las instituciones en apoyo al sector.

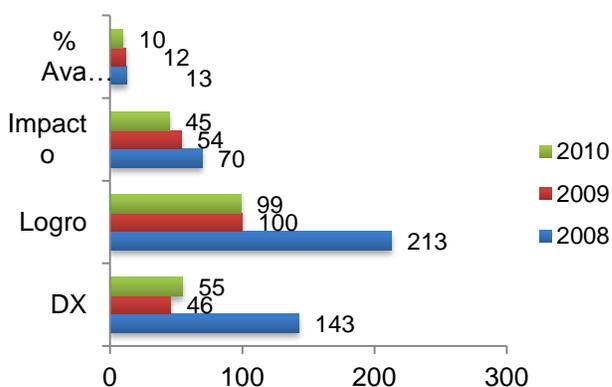


Figura 1. Impacto y avance tecnológico en las unidades de producción.

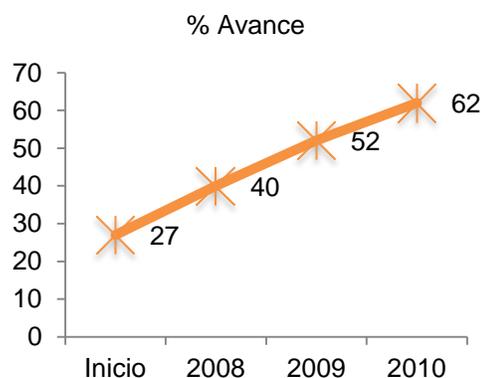


Figura 2. Comportamiento de la mejora tecnológica en las unidades de producción

En promedio se planteó implementar 28 acciones en los grupos, pero solo siete reportaron avances mayores del 15% (15.3 al 26.7%), como la suplementación mineral con 26.7%, desparasitación interna y externa con 26.7%, vacunación con bacterinas con 23%, empadre controlado con 20%, rotación de sementales con 19%, pesaje promedio de leche con 16% y diagnóstico de brucelosis (Br) con 15.3%. Por otro lado, en Figura 3, se aprecia que las tres áreas de manejo de mayor importancia por el uso de componentes tecnológicos en ellas, es el área de alimentación, sanidad, reproducción-genética con avances del 35,28.6, y 23% y con menor importancia, recursos naturales, manejo general y administración-valor agregado, con avances del 22.7,12.0 y 2.5% respectivamente.

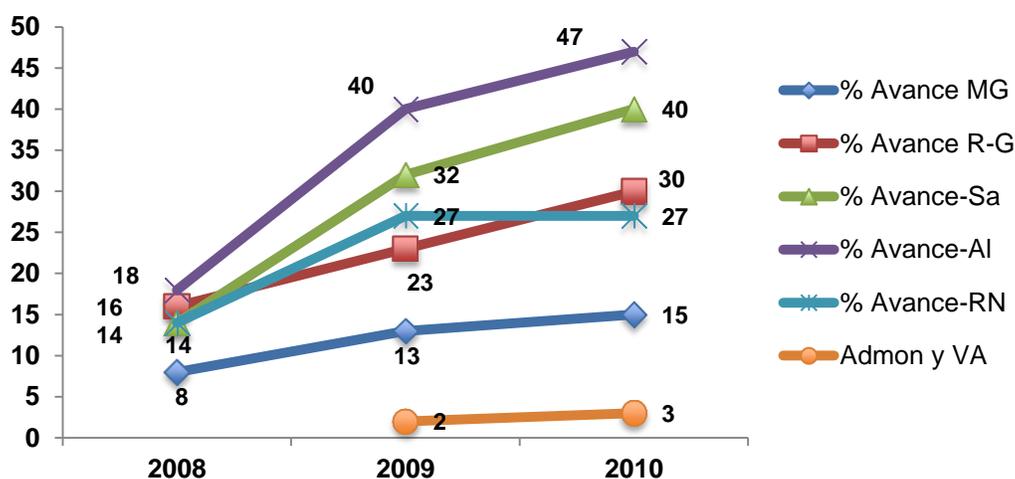


Figura 3. Avance en la mejora tecnológica de las unidades de producción caprina por área de manejo.

Con respecto a las variables productivas y económicas en Cuadro 1, se puede apreciar un cambio positivo, resaltando las crías nacidas vivas con una mejora del 82% y en Cuadro 2, el ingreso por venta de cabritos de aproximadamente 32%.

Cuadro 1 y 2. Variables productivas y económicas durante tres años en 485 unidades de producción caprina.

Variables	Impacto	Avance	Variables	Impacto	Avance
Productivas		(%)	Económicas		(%)
Vientres (n)	990	5	Venta de cabritos (n)	1,131	0.4
Crías nacidas vivas (n)	6964	82	Ingreso/Venta/cabritos	473,998	31.7
Cabras en ordeña (n)	906	16	Venta de leche (Lts)	24,940	20.6
Prod. leche (Miles Lts)	50.93	6	Ingreso/Venta /leche	139,967	10.5

CONCLUSIONES

El nivel tecnológico obtenido y las variables productivas y económicas durante los tres años de servicio de asistencia técnica en las unidades de producción caprina bajo la metodología GGAVATT son bajos. La falta de recursos del productor, la carencia de asesores más profesionales y la falta de compromiso profesional de las instituciones del sector involucradas en el apoyo del servicio de asistencia técnica al productor son factores que la limitan.

LITERATURA CITADA

- FIRA (1999). Oportunidades de desarrollo en la industria de la leche y carne de cabra en México. Boletín Informativo. Núm.313, Volumen XXXII, 30 de noviembre de 1999. ISSN0188-4735.
- Hernández RP (2006). Transferencia de tecnología en el GGAVATT “Desafío y Progreso” de Zaragoza, Coahuila. Resumen. [resumen], Memoria “Reunión Científica Agropecuaria y Forestal en Tamaulipas”. Núm. 2, Rio Bravo, Tamaulipas, México.120 p.
- Hernández RP., Fuentes RAS (2013). Identificación de Módulos Demostrativos Pecuarios a Implementar en el Estado de Coahuila. Documento [sin Publicar]. SAGARPA-INCA-INIFAP. Coahuila, México.78p
- INEGI (2008). Anuario estadístico del estado de Coahuila. pp. 240.
- Programa Microsoft Office Excel (2007). Estadísticos.
- SAGARPA-INIFAP (1998). EL MODELO GGAVATT, una estrategia de validación y transferencia de tecnología pecuaria. Campo Experimental La Posta. CORGOC. Folleto informativo Núm. 1. 11p.
- Salinas H., Flores RT., Falcón JA., Celaya G y Zegbe JA (1997). Mejoramiento Tecnológico de unidades de producción caprina en Zacatecas. [resumen],memoria de la XXXIII Reunión nacional de investigación pecuaria. Veracruz, México. 426-427 p.
- Valdés SR., Treviño HE., Cruz U VM., Orejón GE., Morán OR y Tamalatzí CJm (2004). Mercado y comercialización de productos caprinos en la región sureste de Coahuila. Saltillo, Coahuila. México.65p.
- Villaret A (2004). Las redes de ganadería y los proyectos de “asesoramiento y comunicación colectiva”, metodologías y experiencias francesas para un enfoque moderno de la transferencia de tecnología. En memoria del Simposiums internacionales y conferencias magistrales de la XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Mérida, Yucatán, del 22 al 26 de noviembre de 2004, 15-33p.

FACTORES DE CRECIMIENTO EN EL VBP DE LA GANADERÍA DEL DR017

GROWTH FACTORS OF GVP OF LIVESTOCK FROM DR017

José Luís Ríos Flores^{1*}, Marco Antonio Torres Moreno², Miriam Torres Moreno³, Adela Mendoza Cortina¹, José Luz García Contreras¹

¹Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 35230. 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. rf2005@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente 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 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 en contra de 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 *augmentó* solo en tres especies: caprinos leche (de \$768 a \$2,070) y caprinos carne (de \$319 a \$750), y en bovinos leche (de \$39,129 a \$45,379/vaca), 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: VBP, sector ganadero, Comarca Lagunera.

INTRODUCCIÓN

La productividad animal, entendida como el nivel de producto obtenido por nivel de utilización de un factor específico de producción, puede ser comprendido de diferentes puntos de vista; dicha productividad, medida en unidades físicas/unidad animal, o en su forma de productividad monetaria/animal, son afectadas por diversos factores a través del tiempo, mismos que van desde lo ecológico, el manejo tecnológico, hasta factores económicos y sociales, por lo que se hace necesario determinar el comportamiento a través del tiempo de ambas formas de productividad (Ríos, Ruíz y Santillano, 2006). En La Comarca Lagunera dentro del sector pecuario se está dando un reordenamiento de los subsectores productivos, donde algunos están siendo desplazados en términos relativos y aún absolutos por otros subsectores pecuarios. Por lo que se hace necesario el análisis de la dinámica dentro de los subsectores pecuario, que permita determinar en principio su tendencia de crecimiento, y más aún, que explique cuales han sido las causas de tal variación, por ello es necesario evaluar la tendencia económica del VBP en cada uno de sus subsectores, y como es que esas variaciones le han afectado.

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. Para la deflactación de precios se empleo el Índice nacional de precios productor. Base junio 2012=100 para los sectores: Agricultura, cría y explotación de animales, publicado por el INEGI en 2012.

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. Con la información de los Anuarios se elaboro una Base de Datos a través de la cual se analizaron las siguientes variables: Precios por unidad de producto, Precios por unidad de producto ganadero, en términos reales, en pesos constantes del 2012, Rendimientos físicos/animal, y Rendimiento monetario/animal.

Se añadió una variable independiente del tiempo, de la que dependen todas las variables, para la estimación de las variables denominadas por la Economía Zootécnica como Efecto Composición del hato, Efecto Rendimientos físicos y Efecto precios reales. Al estarse analizando dos años, 1990 y 2011, se utilizó un enfoque económico del tipo *estático-comparativo* de la Economía Descriptiva (Astori 1984).

Fórmulas macroeconómicas del VBP

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.

P= Precio real.

Formulas macroeconómicas de los indicadores:

Indicador del Efecto Composición (IEC)	$IEC = \frac{\sum VBP \text{ realmente alcanzado sin efecto}}{\sum VBP \text{ con efecto composición}}$
Indicador del Efecto rendimiento (IER):	$IER = \frac{\sum VBP \text{ realmente alcanzado sin efecto}}{\sum VBP \text{ con efecto rendimientos}}$
Indicador Efecto Precios Reales (IEPR):	$IEPR = \frac{\sum VBP \text{ realmente alcanzado sin efecto}}{\sum VBP \text{ con efecto precios reales}}$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Generalidades del sector ganadero de la Comarca Lagunera, 2011 vs 1990. En conjunto, el número de animales sacrificados o en explotación considerando bovino lechero, bovino carne, ave carne, ave huevo, caprino lechero y caprino carne y porcino, creció un 269.45%, al pasar entre 1990 y 2011, de 52,019 a 192,184 millones de animales sacrificados o en explotación, lo que sugiere crecieron con una tasa anual del 6.12%. Desglosando por rama de producción se observa que la rama de producción de leche, incrementó de 321, 478 animales en 1990 a 411,461 en el 2011 lo que sugiere un 27.99% en el período, equivalente a crecer con una velocidad anual igual al 1.128%. Dentro de la producción de leche las dos especies que la conforman son la bovina y la caprina, de estas se denota que fue la especie bovina, ya que multiplicó su número por casi 2.4 al pasar de 101,587 a 239,850 bovinos en explotación, mientras que las cabras productoras de leche descendieron de 219,891 a 171,611 cabezas. El sector productor de huevo, aumentó 47.43%, al pasar de 5.21 a 7.692 millones de aves, con una TAC= 1.78%, mientras el sector cárnico mostró una TAC= 6.45% al pasar de 46.48 a 184.08 millones de animales sacrificados (bovinos, caprinos, porcinos y aves).

Desglosando, las ramas caprina y porcina productoras de carne descendieron, la caprina en más de la mitad, la porcina en una cuarta parte, por otra parte, los bovinos de carne aumentaron en un 77.95% (de 192,376 a 342,233 animales), sin embargo, en definitiva, las aves productoras de carne fueron las que elevaron el total sectorial, al pasar de 45.732 a 183.422 millones de aves, aumentando 301.07%, lo que promovió el crecimiento en el sector cárnico. Respecto de la composición del hato se observa la siguiente proporción 1:144:16.23 en 1990, es decir; por cada animal productor de leche, existía 144 animales productores de carne y 16.23 animales productores de huevo para plato, sin embargo esta proporción cambio en el 2011, pues la composición del hato fue 1:447:18.70, lo que muestra claramente que el número de animales dedicados a la producción de carne se incremento notoriamente. Lo anterior muestra que si bien en términos absolutos aumentaron los totales de animales dedicados a producir leche, carne y huevo, en términos relativos señalan que el número de animales del sector cárnico desplazaron a las otras ramas de estudio.

Rendimiento físico/animal del sector ganadero de la Comarca Lagunera. El enorme peso relativo de la producción física de las aves carne, deja su propio sello en el rendimiento físico/animal en el sector ganadero, ya que, un animal promedio tuvo un rendimiento físico promedio de 14.3kg de producto en 2011. No obstante, una vez desagregado por rama económica, se observa que, el animal promedio dedicado a producir leche, en 1990 tenía un rendimiento físico de 1,749 litros/año, pero ya en 2011, ese animal lechero tuvo un rendimiento de 5,336.20litros/año. Desagregando los valores para cada una de las especies productoras se observa que el bovino paso de 5,302litros a 8,829 litros/año en 2011, a un ritmo del 2.345%, mientras que el caprino lechero paso de 108 a 455 litros/año con una TAC de 6.76%. En el sector cárnico, al igual que en el sector lechero, todas las especies animales elevaron su rendimiento físico anual, en promedio, cada animal elevo su rendimiento en 5.37% su rendimiento en el período, pero ya desagregado, en el caso bovino se elevó de 110.5 a 166.9kg/canal, la caprina, de 5.6 a 19.3kg/canal. Los cerdos elevaron el peso de la canal, de 45.9 a 76.2kg, mientras que el ave carne incremento su rendimiento de 1.55 a 1.917 kg/ave. El ave de postura, paso de 14.191kg a 17.16kg de huevo/año, es decir; incrementó 23.65% en el periodo.

Precios reales/Kg y precios reales/Litro en la Comarca Lagunera. En el análisis del periodo se pudo observar que sin excepción todos los productos ganaderos redujeron sus precios reales en el período analizado, el precio de la carne de ave se redujo en 21.54% y en el de huevo se redujo en 61.52% en términos reales, en general el producto promedio redujo sus precios en 38.38% en el periodo. Lo anterior, indica, sin lugar a dudas, que la caída de los precios del producto ganadero, tuvo un mal efecto sobre el VBP, debido a la reducción de los precios de los productos de origen ganadero.

Ingreso monetario/animal. El efecto de los rendimientos físicos/animal *crecientes* en el hato ganadero de La Laguna fue aniquilado por el carácter *decreciente* de los precios reales, ya que, trajo consigo que el rendimiento monetario/animal/año se redujese en 5 de las 8 especies animales, en el sector cárnico solo el subsector caprino mejoro el ingreso/ animal, de \$319 a \$750/año, sin embargo en los bovinos de carne el ingreso se redujo 17.3%, de \$6,235/año a \$5,154/año, mientras en los porcinos, disminuyeron 1.2%, el ingreso de \$2,592 a \$2,560, los ovinos mermaron su ingreso 56.1% (de \$1,976 a \$868), el ingreso generado por ave para carne disminuyó \$2.0 en el período, al descender de \$54 a \$52, mientras las aves de postura, perdieron 53.5% de su rendimiento monetario en el período, al caer de \$472 a \$220/ave/año. De esta manera, el animal promedio del sector ganadero, disminuyó su rendimiento monetario anual de \$207 a \$129, ó 37.9% de pérdida.

VBP del sector ganadero de la Comarca Lagunera, 2011 vs 1990. Entre 1990 y 2011 el VBP de sector ganadero, incrementó un 129.6% al pasar de \$10,759.86 a \$24,705.5 millones de pesos (en pesos constantes de junio de 2012), con una TAC de 3.9 %. En el subsector productor de leche, se tuvo un incremento del 171.2%, al pasar de de \$4,143.82 a \$11,239.51, con una TAC= 4.6%, mientras el sector cárnico creció con una TAC=4.9% al pasar de \$4,153.37 a \$11,776.23 millones de pesos, observándose que en ambos años del período analizado, correspondió a la carne ser el subsector de mayor aporte al VBP pecuario regional: representando el 38.6% en 1990 y 47.7% en 2011. La producción de huevo fue la única actividad que disminuyo tanto en términos absolutos, al pasar de \$2,462.67 a \$1,689.77 millones de pesos, reduciéndose 31.4%.

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 la producción de carne trajo consigo el efecto de incrementar el VBP pecuario 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. Lo que muestra que las medidas de Política Económica que estuvieron encaminadas a fomentar la producción de carne en la región tuvieron éxito, pues incrementaron el VBP regional.

Efecto rendimiento físico/animal del sector ganadero. Aunque todas las especies incrementaron sus rendimientos físicos, ello repercutió en el VBP incrementándolo en 1%. De allí se señala que en 2011 el VBP fue de \$24,705.5 millones de pesos, pero si ese año se hubieran tenido los mismos rendimientos físicos que el hato tenía en 1990, el VBP se habría reducido a \$24,485.1 millones de pesos, lo que sugiere que la productividad física del hato, 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% del que podría haberse alcanzado, de haber mantenido los mismos precios de 1990.

CONCLUSIÓN

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 vera 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

- INEGI. (2012). Índice Nacional de Precios Productor Junio de 2012. Boletín de Prensa Núm. 230/12. 9 de Julio de 2012 Aguascalientes, Ags.
- Ríos Flores JL, Ruíz Torres J, Gallegos Santillano A. (2006). 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. 5: 103-106.

PRODUCTIVIDAD FÍSICA, ECONÓMICA Y SOCIAL DEL AGUA DE RIEGO EN ALFALFA IRRIGADA POR GRAVEDAD VS. BOMBEO EN EL DR-017

PHYSICAL, ECONOMIC AND SOCIAL PRODUCTIVITY IRRIGATION WATER ON ALFALFA OF GRAVITY IRRIGATION VS PUMPING IN DR-017

José Luís Ríos Flores^{1*}, Marco Antonio Torres Moreno², Miriam Torres Moreno³, Rafael Castro Franco¹, José Ruiz Torres¹

¹Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 35230. 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. j.rf2005@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del estudio fue cuantificar la productividad y eficiencia física, económica y social en el uso del agua de gravedad en el riego de alfalfa versus alfalfa riego por bombeo del DR-017 de La Comarca Lagunera en 2010. Se utilizó metodología lógica económico-matemática, cristalizada en modelos matemáticos que describen las formas de productividad del uso del agua, con sustento en la metodología de Ferguson y Gould (1987) y Astori (1984). Los resultados muestran que la productividad física, en alfalfa irrigada por gravedad requirió 381 litros/kg, mientras que en la regada por bombeo demandó 215 litros/kg. En productividad económica, la alfalfa de gravedad generó \$0.55/m³, fue menos eficiente que la de bombeo pues esta produjo \$0.92/m³. Así mismo en productividad social el alfalfa regada por gravedad fue menos eficiente pues generó \$186,592 de ganancia por trabajador, mientras que la de bombeo produjo \$213,971/trabajador. En productividad horaria la alfalfa de gravedad fue menos eficiente pues se invirtieron 2.59horas/tonelada, mientras en bombeo se invirtieron 2.13/tonelada. En la generación de empleos, la alfalfa de gravedad resulto ineficiente pues genero 0.29 empleos/100,000m³, mientras la de bombeo produjo 0.43empleos/100,000m³. Se concluye que la alfalfa regada por bombeo fue más eficiente en términos de productividad física, económica y social respecto de la regada por gravedad.

Palabras clave: huella hídrica, agua virtual, eficiencia, indicadores económicos

INTRODUCCIÓN

Por sus características bromatológicas y nutritivas la alfalfa (*Medicago sativa*) es el principal forraje de la producción de leche (Santamaria *et al.*, 2000). La alfalfa ocupa el 57% (36,000 hectáreas) de la superficie sembrada en la región, considerada como la cuenca lechera mas importante de México (Godoy *et al.*, 2003). Esta región cuenta con una población aproximada de 400,000 bovinos (Salazar-Sosa *et al.*, 2007). La industria lechera de esta región genera 1,600 millones de litros de leche y 10,000 empleos directos por año (SIAP, 2009). Este ganado demanda para su alimentación alrededor de 3, 000,000 toneladas de forraje verde anualmente, siendo la alfalfa la principal fuente de alimento. Sin embargo, la producción de alfalfa 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 (Montemayor *et al.*, 2006), así como la demanda de la lamina de riego anual de este cultivo, la cual varía entre 2.4 y 2.7m. El concepto de la productividad del agua fue establecido por Kijne *et al.*, (2003) como una medida sólida para determinar la capacidad de los sistemas agrícolas de convertir el agua en alimento. La productividad es una herramienta de diagnóstico para determinar la eficiencia del uso del agua en los sistemas agrícolas; además proporciona una visión sólida para la determinación en las oportunidades de redistribución de agua que promuevan el incremento de la productividad y

determinen si una región es o no eficiente en la producción agrícola de determinado producto. Por ello el objetivo de este trabajo fue la determinación de la productividad física, monetaria y social de la alfalfa irrigada por gravedad en La Comarca Lagunera y comparar tales indicadores con los obtenidos en la alfalfa irrigada por bombeo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información

Se utilizaron los datos de superficie cosechada, producción física anual, rendimiento físico por hectárea, precios nominales, costos por hectárea y número de jornales por hectárea reportados por los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria de SAGARPA, Delegación Región Lagunera. Las láminas de riego usuales para el productor regional, fueron las indicadas por el INIFAP.

Metodología y variables evaluadas

Se utilizó metodología lógica económico-matemática, cristalizada en modelos matemáticos que describen las formas de productividad del uso del agua, con sustento en la metodología de Ferguson y Gould (1987) y Astori (1984). Se evaluaron once variables independientes para el cultivo de alfalfa irrigado por gravedad y por bombeo en el DR017, La Laguna 2010, siendo las siguientes:

- a) M^3 usados en el riego, necesarios para producir 1Kg de producto (Y_1)
- b) Gramos de producto físico producido por m^3 de agua usado en el riego (Y_2)
- c) M^3 de agua usados en el riego necesarios para producir \$1 de valor (Y_3)
- d) Ingreso generado (pesos constantes de 2009) / m^3 usado en el riego (Y_4).
- e) Utilidad bruta (en pesos constantes de 2009) / m^3 empleado en el riego (Y_5)
- f) M^3 empleados en el riego por bombeo para producir \$1 de utilidad bruta (Y_6).
- g) La cantidad de empleos generados / 100,000 m^3 de agua irrigada (Y_7)
- h) Horas invertidas de trabajo por tonelada (Y_8)
- i) Ganancia bruta por trabajador (Y_9)
- j) Ganancia por hora invertida de trabajo (Y_{10})
- k) Ganancia a nivel regional por trabajador (Y_{11})

El estudio se delimitó al cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) irrigado con agua Gravedad versus agua de bombeo tradicional (sin desagregarle en riegos como cintillas, compuertas múltiples, cañón, pivote, microaspersión ó riego por goteo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entorno macroeconómico de la eficiencia del agua en alfalfa del DR-017

Se encontró que el cultivo de alfalfa es un cultivo muy demandante de agua, ya que en los 2 tipos de sistemas de riego (gravedad y bombeo) se demandó un total de 734.3 millones de m^3 (Mm^3). En el riego por gravedad se requirieron un total de 131.93 Mm^3 , mientras en el riego por bombeo se necesitaron 602.40 Mm^3 lo que equivale al 82% del volumen total en m^3 . Ambos tipos de riego generaron un total de 857417 jornadas de trabajo, lo que equivale a dar empleo a 2,977 personas en un año, del total de jornadas de trabajo que suma ambos sistemas de riego el 87% (745,399 jornadas) corresponde al riego por bombeo y el 13% restante (112,018) corresponde a la alfalfa irrigada por gravedad en la Comarca Lagunera. Respecto al capital invertido el total para ambos sistemas de riego se invirtió un total de 534 millones de pesos de los cuales la alfalfa irrigada por gravedad representó el 10.1% del total del capital invertido, mientras que la alfalfa irrigada por gravedad representó el 90% del total del capital invertido. El desglose de los costos del cultivo

alfalfa en diferentes sistemas de riego muestra que el costo de la irrigada por gravedad fue menor respecto del de la alfalfa irrigada por bombeo ya que la alfalfa gravedad, tuvo un costo de \$10,910/ha, mientras que la alfalfa de riego por bombeo tuvo un costo por hectárea de \$14,312.4. Desglosando el costo total en cada uno de los rubros se determinó que el concepto riego en el alfalfa de gravedad tuvo un costo de \$3,550, es decir el riego represento el 32.53% del costo total, mientras que en el alfalfa irrigada por bombeo el concepto riego tuvo un costo de \$8,102.4, lo que representó el 56.61% del costo total. Con esos datos se determinó el costo por metro cúbico, es decir lo que un productor paga por metro cúbico empleado en riego, de esa forma se encontró que el productor que riega alfalfa por gravedad paga \$0.14/m³, mientras que el productor que riega alfalfa por bombeo paga \$0.45/m³.

Eficiencia física del riego por gravedad y bombeo en alfalfa del DR017

Se determinó que en alfalfa regada por gravedad se requirieron de 381 litros para producir 1kg de alfalfa, es decir; se emplearon 0.381m³/kg, mientras que en alfalfa regada por bombeo se emplearon 215 litros por kilogramo producido, o 0.215m³/kg de alfalfa, lo que muestra que el alfalfa de bombeo fue 56.43% mas eficiente en la producción de alfalfa por volumen de agua empleado. Desde otra perspectiva, se observa de acuerdo a las variables Y₁ y Y₂ que la alfalfa regada por gravedad se produjo 2.62 kg/m³, mientras la de bombeo genero 4.66Kg/m³, lo cual corrobora que el cultivo de alfalfa regado por bombeo es más eficiente respecto del de gravedad.

Cuadro 1: Indicadores de eficiencia física (Y₁ y Y₂), económica (Y₃ a Y₆) y social (Y₇ a Y₁₁) del agua de riego en alfalfa forrajera irrigada por gravedad *versus* Alfalfa irrigada por bombeo en el Distrito de Riego DR017, Comarca Lagunera. Nivel de agregación para ambos cultivos: ambos sectores, Ejido y Pequeña Propiedad. Cifras en pesos nominales de 2010.

Variable económica	Alfalfa Gravedad	Alfalfa Bombeo
Y ₁ = m ³ de agua por kilogramo	0.381	0.215
Y ₂ = kilogramos/m ³ de agua	2.62	4.66
Y ₃ = m ³ de agua por \$1 de ingreso bruto	1.035	0.583
Y ₄ = Ingreso bruto/ m ³ de agua	0.97	1.71
Y ₅ = Utilidad bruta/ m ³ de agua	0.55	0.92
Y ₆ = m ³ de agua por \$1 de utilidad bruta	1.818	1.088
Y ₇ = Utilidad bruta por m ³ /Precio del m ³ productor	4.06	2.04
Y ₈ = Empleos generados/ 100,000 m ³ agua	0.29	0.43
Y ₉ = Horas de trabajo invertidas por tonelada	2.59	2.13
Y ₁₀ = Ganancia a nivel regional por trabajador	186,592	213,971
Y ₁₁ = Ganancia / hora invertida de trabajo	81.0	92.9

Fuente: Elaboración propia

Eficiencia económica del riego por gravedad y bombeo en alfalfa del DR017

Las variables Y₃ a Y₆, señalan la productividad o eficiencia económica del agua regada por gravedad y bombeo en el cultivo de alfalfa. Se determinó que la alfalfa regada por gravedad genero un ingreso bruto de \$0.97/m³, mientras la alfalfa regada por bombeo produjo un ingreso de \$1.71/m³, lo que indica que el cultivo de alfalfa irrigado por bombeo fue 176.28% mas eficiente en la generación de ingreso/m³ empleado en el riego. La utilidad bruta/m³ empleado en el riego fue de \$0.55/m³ en el riego por gravedad y de \$0.92/m³ en el riego por bombeo, es decir; el riego por bombeo obtuvo una utilidad bruta/m³ 167.27% superior a la obtenida en el riego por gravedad. Se determinó que para obtener una utilidad bruta de \$1 fueron necesarios 1.818m³ en el alfalfa regada

por gravedad, mientras en riego por bombeo se necesitaron 1.088m^3 , es decir; el riego por gravedad empleo 167.09% mas agua en relación al alfalfa regada por bombeo, lo cual muestra al cultivo de alfalfa regado por gravedad como ineficiente en términos económicos.

Eficiencia social del riego por gravedad y bombeo en alfalfa del DR017

La variable Y_7 , señala que correspondió al cultivo de alfalfa gravedad tener el más alto indicador con 4.06, lo que muestra que en alfalfa en riego por gravedad por cada \$1 erogado se obtuvo una utilidad 4.06 veces superior, mientras que el productor que riega con bombeo obtuvo una utilidad de 2.04. Esto ultimo muestra que ambos productores están obteniendo ganancias superiores al 100%, por emplear un recurso escaso en la región y que además solo están pagando en el caso del riego por gravedad $\$0.14/\text{m}^3$, mientras que el productor que riega alfalfa por bombeo paga $\$0.45/\text{m}^3$, lo cual explica el incremento de la superficie de alfalfa y también explica porque en la región existe sobre explotación de los acuíferos. La variable Y_8 , indica que la alfalfa regada por bombeo generó 0.43 empleos permanentes/ $100,000\text{m}^3$, mientras la de gravedad genero 0.29.

CONCLUSIONES

Se concluye que el cultivo de alfalfa irrigada por bombeo es más eficiente en términos de producto físico, rendimiento monetario y generación de empleo, por volumen de agua empleado en relación al cultivo de alfalfa irrigado por gravedad, por lo que habría que evaluar que tan conveniente es el establecimiento de alfalfa en riego por gravedad, pues en términos de eficiencia y productividad resulta ineficiente.

LITERATURA CITADA

- Astori D (1984). Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5ª edición. Siglo veintiuno editores. México.
- Fergusson CH. E. y J. P. Gould (1987). Teoría microeconómica. FCE. México, DF.pag. 11.
- Godoy AC, Pérez GA, Torres ECA, Hermosillo IJ, Reyes JL. (2003). Uso de agua, producción de forraje y relaciones hídricas en alfalfa con riego por goteo subsuperficial. *Agrociencia* 37(2):107-115.
- Kjine JW, Barker R, Molden YD. (2003). Water Productivity in Agriculture. CABI, Wallingford.
- Montemayor JA, Aguirre HW, Fortis M, Olague J, Rodriguez JC, Chavarria J. (2006). Uso del agua en la alfalfa (con riego sub superficial II). Semana Internacional de Agronomía. Universidad Juárez del Estado de Durango.
- Salazar-Sosa E, Trejo Escareño HI, Vázquez - Vázquez C, López Martínez JD. (2007). Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. *Phyton* 76:169-185.
- Santamaría CJ, Nuñez HG, Medina GG, Ruiz JA. (2000). Potencial productivo de la alfalfa en México. Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro técnico No.2. SAGARPA-INIFAP.CIRNOC.CELALA.
- SAGARPA (2011) Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango, Cd. Lerdo, Dgo., México.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). SAGARPA-SIAP (2009). www.siap.gob.mx

DISTINTIVO DEL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA “CHIHUAHUA 2012” Y EL RECONOCIMIENTO A LAS BUENAS PRÁCTICAS EN EL MANEJO DE PASTIZALES

José Roberto Espinoza Prieto¹, Rey Manuel Quintana Martínez¹,
Carmen Ivett Ramirez Cornejo², Gutiérrez Olivas Ana Celia¹, Quintana Salcido Miguel Ángel¹.

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Perif.Fco.R. Almada km.1 Chihuahua, Chih. Mex. ²Directora Ejecutiva del Consejo Estatal Agropecuario de Chihuahua A.C. jespinoza@uach.mx

RESUMEN

Presentar como herramienta para el manejo razonable del recurso hídrico en el Estado de Chihuahua para el sector primario: el distintivo del manejo sustentable del agua propuesto y llevado a cabo por primera vez en el quinto Foro del agua dentro de las actividades de Expo Agro edición 2012, por parte del Consejo Estatal Agropecuario; donde académicos e investigadores universitarios y otras instituciones públicas como privadas participaron para promover una cultura y una conciencia ambiental para el manejo productivo en el escaso recurso hídrico con que cuenta la entidad. Por lo que el objetivo de este trabajo es presentar las bases, las propuestas y resultados que giraron en torno a esta Convocatoria; que culminó con la firma de un convenio sin precedentes en México por parte de todos los sistemas producto que conforman el sector agropecuario de Chihuahua ante la presencia del gobernador constitucional y otras autoridades: en un compromiso voluntario para el manejo racional de agua en sus operaciones; como el hecho que resultó ganador un productor por sus buenas prácticas en el manejo de pastizales para la producción animal. Dando un énfasis a la importancia del buen manejo de la cubierta vegetal para el ciclo del agua en la entidad.

Palabras clave: Distintivo de manejo sustentable del agua y el pastizal.

INTRODUCCIÓN

Desde el año 2008, el sector privado agropecuario promovió la organización del Foro del Agua en Chihuahua, como medio para coadyuvar en la sustentable del agua y suelo; y en general de todo el medio ambiente. En este ejercicio de voluntad surge un Comité Organizador Interdisciplinario conformado por Gobierno Federal, Estatal, H. Congreso del Estado, academia, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales y sociedad civil. Que en su origen el Foro tiene por objetivos:

- Fomentar la interacción del sector agropecuario a través de la participación activa de los Sistemas Producto.
- Coadyuvar en la sustentabilidad de las actividades de los Sistemas Producto y cadenas productivas
- Promocionar la Investigación y transferencia de tecnología, para mejorar los productos y procesos de los Sistemas Producto.
- Promover el uso eficiente del agua y energía en el sector agropecuario
- Capacitar y actualizar a los productores y asistentes en materia de avances científicos y Tecnológicos
- Concientizar a la sociedad en el cuidado de los recursos naturales.
- Fomentar el ahorro del agua en beneficio de los mantos acuíferos y cuencas a través de la tecnificación del riego
- Promover el financiamiento en el medio rural y agropecuario para modernizar los sistemas de riego.

- Impulsar propuestas de políticas públicas que permitan desarrollar el sector agropecuario y rural de manera sustentable.

DESARROLLO

Donde el distintivo del manejo sustentable del agua en Chihuahua, nació bajo las siguientes líneas de acción:

- ✓ Fomentar en los chihuahuenses la conciencia y el conocimiento sobre el valor y la situación del agua en nuestro estado.
- ✓ Estimular en los chihuahuenses el interés por la investigación para conservar el recurso.
- ✓ Promover la generación de futuros líderes del sector agropecuario con un amplio conocimiento del tema del agua en Chihuahua.
- ✓ Promover el trabajo en equipo y de diversas disciplinas para desarrollar proyectos factibles y con alta calidad técnica para un mejor aprovechamiento del agua.



Figura 1. Formato de imagen del Distintivo.

METODOLOGÍA

Se les solicito a todos los socios y asociados del Consejo Estatal Agropecuario de Chihuahua, que promovieran el distintivo entre todos sus miembros, como también propusieran candidatos merecedores bajo las cuatro líneas de acción enunciadas anteriormente.

Quienes pudieran participar por este premio:

- Productores, empresas y organizaciones que estén llevando acciones en los últimos años donde mejoren la calidad de vida por medio de la mejora del manejo del recurso hídrico en cantidad o calidad.
- Productores, empresas y organizaciones que con sus acciones sean ejemplo de solución a nivel local, regional, estatal y nacional en el manejo sustentable del agua.
- Productores, empresas y organizaciones que con sus trabajos de investigación promuevan soluciones en el manejo sustentable del recurso hídrico en Chihuahua.



Figura 2. Plataforma para el Distintivo en Chihuahua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se pueden definir en los siguientes apartados los logros obtenidos en esta primera edición en la convocatoria en Chihuahua para el distintivo de manejo sustentable del agua:

La firma de manera voluntaria entre todos los sistemas producto que conforman el Consejo Estatal agropecuario bajo los siguientes puntos:

- ✓ Fomentar entre sus miembros y dentro de los productores que atienden, la conciencia y el conocimiento sobre el valor y la situación del agua en Chihuahua.
- ✓ Estimular a los chihuahuenses con los que interactúan, el interés por la investigación para conservar el recurso.
- ✓ Promover la generación de líderes del sector agropecuario con un amplio conocimiento del tema del agua en Chihuahua.
- ✓ Promover el trabajo en equipo y de diversas disciplinas para desarrollar proyectos factibles y con alta calidad técnica para un mejor aprovechamiento del agua.
- ✓ Promover la actualización de sus planes rectores para que contemplen y promuevan el ahorro y mejor aprovechamiento del agua.
- ✓ Como acciones concretas para mejorar sus sistemas de riego, como sus prácticas para un manejo más razonable del agua.

La entrega del distintivo del manejo sustentable del agua. Donde el primer lugar fue para un ganadero por las obras de conservación, investigación y de manejo que ha realizado en el agostadero; como la divulgación y promoción mediante la Fundación Produce como un ejemplo con productores del sector. Entre las prácticas que destacan está: a) la buena rotación de los potreros para la conservación de la cubierta vegetal. b) Promoción del establecimiento de especies nativas de la región. c) Recuperación de la fertilidad del suelo por el buen manejo orgánico del estiércol de ganado. d) Recuperación de cuencas hidrologías. e) Conservación y buen manejo de la flora y fauna silvestre. f) servicios ambientales y recuperación de agua para poblados vecinos.



Fotografía 1. Entrega del primer lugar del Distintivo del manejo sustentable del agua durante El V Foro del Agua en Expo Agro.

En términos generales este distintivo logro promover una cultura de manejo racional del agua con todos los socios y asociados del Consejo Estatal agropecuario. Reforzar la conciencia del agua en la entidad en el quinto foro del agua. Establecer las bases para reforzar las políticas entre las diferentes instituciones para la conservación y el buen manejo del recurso hídrico. El trabajo en equipo e interdisciplinario para promover el distintivo y la cultura en el ahorro del agua. Dentro de los planes para el VI Foro del agua, como de Expo Agro 2013, se pretende manejar un curso-taller para la participación del distintivo del manejo sustentable del agua, de manera conjunta con el Premio Estatal Agroalimentario en su primera edición para Chihuahua; donde uno de los principales apartados se definiría en el manejo racional de agua en sus actividades agropecuarias.

LITERATURA CITADA

- Belmonte E, J Bermúdez, A Casino y E Veres. 2003. Un indicador global para la calidad del agua. Memorias del 27 Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa. p. 8-11.
- Benavides A, M Moreno, M Sosa, S Puga, J. Alcalá y C. Quintana. 2008. Evaluación de la Calidad del Agua en las Principales Lagunas del Estado de Chihuahua. Rev. Latinoamericana de Recursos Naturales. 4: 84 -88.
- Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Canadian Council of Ministers of the Environment, 2003.
- CNA, 2009. Comisión Nacional del Agua. Catálogo de acuíferos. Mapa elaborado por la Gerencia de Aguas Subterráneas, versión 2009.
- De la Fuente G. 1998. Conservación y Ecología, DUMAC, Ducks Unlimited de México A. C.
- EPA. 1995. Environmental Protection Agency., Method 9045C: Solid and waste pH, in SW-846, Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods: United States Environmental Protection Agency.
- Rubio HA, RA Saucedo, CR Lara, K Wood, and J. Jimenez. 2005. Water quality in the Laguna de Bustillos of Chihuahua, Mexico. Water Resources Management III 80: 155-160.

**DETERMINACIÓN DE ARSENICO (As) Y PLOMO (Pb) EN SUELO EN
UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO DE LOS MUNICIPIOS DE GUADALUPE,
MORELOS, VETAGRANDE Y ZACATECAS**

DETERMINATION OF ARSENIC (As) AND LEAD (Pb) IN SOIL IN SHORT GRASSLAND OF THE
MUNICIPALITIES OF GUADALUPE, MORELOS, VETAGRANDE AND ZACATECAS

Miguel Humberto Vega Del Muro¹, Daniel Rodriguez Tenorio¹,
Miguel Ángel Salas Luevano², Hector Rene Vega Carrillo²,
Romulo Bañuelos Valenzuela¹, Ramón Gutiérrez Luna³.

¹UAMVZ-UA-Zacatecas. ²UACR de Estudios Nucleares-UA Zacatecas.
³INIFAP-CIRNOC-CEZAC. Zacatecas. rtenorio00@hotmail.com UAMVZ-UAZ.

RESUMEN

El estado de Zacatecas presenta dentro de sus principales actividades productivas la de la industria minera, la cual se ha venido desarrollando casi desde su fundación en el año 1546, esta situación ha permitido la deposición de cantidades considerables de compuestos metalíferos principalmente en los ecosistemas que se ubican en las zonas aledañas a dichas industrias. En el presente trabajo nos propusimos determinar la presencia de arsénico y plomo como contaminantes de los sitios donde pastorea comúnmente ganado. El objetivo fue determinar la presencia de dichos contaminantes principalmente en suelo y pastizal de los municipios de Guadalupe, Morelos, Vetagrande y Zacatecas, se tomaron 25 muestras tanto de pastizal como de suelo, por municipio estudiado, y los resultados se contrastaron con los reportados por la USAEPA (Agencia de Protección del medio ambiente de los Estados Unidos), para determinar el grado de contaminación por sitio muestreado, así como el metal de mayor prevalencia por zona agroecológica.

Palabras Clave: Pastizal mediano abierto, metales pesados, Arsénico, Plomo

ABSTRACT

The state of Zacatecas has within its main productive activities of the mining industry, which has been going on almost since its founding in 1546, this situation has led to the deposition of considerable amounts of metallic compounds mainly in the ecosystems located in the areas surrounding these industries. In this paper we set out to determine the presence of arsenic and lead as contaminants commonly places where cattle graze. The objective was to determine the presence of such contaminants in soil and pasture mainly in the municipalities of Guadalupe, Morelos and Zacatecas, Vetagrande, 25 samples were taken from both pasture and soil, by municipality studied, and the results were compared with those reported by the USAEPA, to determine the extent of contamination by sample site, and the most prevalent metal by agro-ecological zone.

Keywords: Short grassland, heavy metals, Arsenic, Lead

INTRODUCCIÓN

Tierra y agua son recursos naturales preciados de los que depende la sostenibilidad de la agricultura y la civilización de la humanidad, Por desgracia, han sido objeto de explotaciones excesivas y severamente degradadas o contaminadas por las actividades antropogénicas. La contaminación incluye las fuentes puntuales como las emisiones, efluentes sólidos y la descarga de las industrias, los vehículos el agotamiento y la fundición de metales y minería, y fuentes no puntuales tales como las sales solubles (natural y artificial), el uso de insecticidas / pesticidas, la

eliminación de desechos industriales y municipales en la agricultura, y uso excesivo de fertilizantes (McGrath et al, 2001.; Nriagu y Pacyna, 1988; Schalscha y Ahumada; 1998).

Cada fuente de contaminación tiene sus propios efectos dañinos a las plantas, los animales y, finalmente, la salud humana, a los que se suman los metales pesados en los suelos y las aguas son de gran preocupación debido a su persistencia en el medio ambiente y carcinogenicidad para los seres humanos. Que no puede ser destruido biológicamente pero sólo se transforma de un estado de oxidación o complejo orgánico a otro (Garbisu y Alkorta, 2001; Gisbert et al, 2003).

La sostenibilidad del uso actual del suelo en los agroecosistemas puede ser evaluada con respecto a la acumulación de metales pesados en los suelos, equilibrando sus flujos de entrada y de salida. Muchos estudios apuntan al hecho de que, al ritmo actual de uso del suelo agrícola no puede ser sostenible por la acumulación de metales pesados (Keller., 2002).

El tipo de vegetación natural que cubre los suelos de las zonas semiáridas de México es el pastizal mediano abierto, el cual es considerado como la fuente principal de alimento del ganado que se cría bajo el sistema de producción extensivo (Serrato et al., 1999).

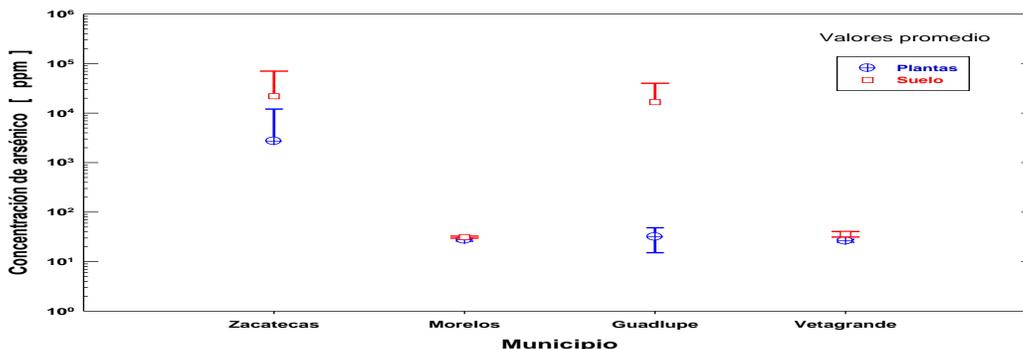
MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinaron cinco transectos para cada municipio, con una distancia aproximada de un kilómetro entre uno y otro, en los cuales se tomaron muestras de suelo de 20 a 30 cm. de profundidad, las cuales fueron colocadas en bolsas de plástico y se identificaron para su transportación al laboratorio; así mismo se obtuvieron las muestras de pastizal, las que se pudieran encontrar en un espacio de 0.50 x 0.50 cm. Las cuales se colocaron e identificaron en bolsas de papel para su posterior tratamiento en el laboratorio. Las muestras se analizaron mediante la técnica espectrometría de energía dispersa de rayos X para determinar la concentración de arsénico y plomo. Los valores de las concentraciones individuales de cada muestra se usaron para determinar el valor promedio y la desviación estándar.

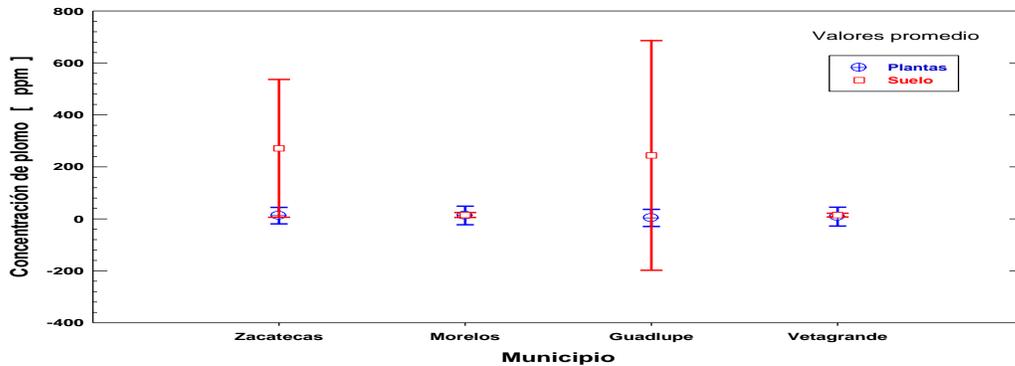
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos de cada una de las muestras se analizaron utilizando un modelo estadístico ANOVA, el cual se corrió en un programa Sigma, que nos permitió observar los sitios en los que se encontraba la mayor cantidad de arsénico y plomo tanto el suelo como en plantas, obteniéndose lo siguiente:

Grafica 1:- Valores promedio de arsénico en partes por millón de cada municipio presentes en plantas y suelo



Grafica 2.- Valores promedio de plomo en partes por millón de cada municipio presentes en plantas y suelo



Se puede observar que el comportamiento en valores promedio para los municipios estudiados, refleja una diferencia considerable entre Zacatecas y Guadalupe; con respecto de Morelos y Vetagrande. Los resultados en el suelo de Zacatecas y Guadalupe tienen comportamientos muy similares, pero en los resultados para plantas zacatecas mantiene una alta concentración.

Para el caso del plomo, nuevamente volvemos a observar que los dos municipios con mayores concentraciones en promedio son Zacatecas y Guadalupe, aunque en la matriz la planta se observa un comportamiento más o menos muy similar para los cuatro municipios, si es evidente la mayor concentración de plomo en Guadalupe.

Lone et al., (2008), determinaron que la contaminación por metales pesados en el medio ambiente (suelo, agua, plantas y el aire), debe ser de gran preocupación debido a su impacto potencial sobre la salud humana y la sanidad animal. Además de que no existe una correlación de la concentración de metales en suelo y el grado de tolerancia a los metales en la planta.

Rodríguez et al., (2005), determinaron altos niveles de metales pesados (Pb, Cd, Cu y Zn) por el método de absorción atómica, en leche cruda de bovinos que pastorean a las orillas de lagos y ríos contaminados con desechos industriales y aguas negras, en el Noreste del estado de Nuevo León; además de que resaltan la falta de una normatividad en México para este efecto.

Santos-Santos *et al.* (2006), encontraron altas concentraciones de metales pesados como As, Pb y Hg en suelos agrícolas del municipio de Guadalupe, Zacatecas, relacionadas con las actividades mineras en los alrededores de la colonia Osiris y La Zacatecana; de acuerdo con las concentraciones recomendadas por la PROFEPA para uso agrícola, se determinó que la concentración de los contaminantes fue la siguiente: Para arsénico de 15 a 18 %; 333 a 768 % para plomo y de 82 a 892 para Mercurio. Determinaron que el ganado podría ser contaminado al consumir pastos con estos metales pesados, y que además partículas de polvo pueden ser ingeridas o inhaladas por la población humana.

López Alonso *et al.* (2002), determinaron que a pesar de la exposición y acumulación de elementos contaminantes (Cadmio, Plomo y Arsénico) en ganado vacuno, estos, presentan bajos niveles no considerados tóxicos, aunque sí reflejan alteraciones metabólicas para los elementos esenciales (Cobre y Zinc).

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, podemos concluir que, debido a las diferentes actividades, tanto mineras como al uso del suelo y la proximidad de los sitios con zonas urbanas, definitivamente están presentes en suelo y planta el arsénico y plomo; además, se determinó que

el metal de mayor presencia es el arsénico tanto en la matriz suelo, como en la planta, con excepción del municipio de Zacatecas en el que la concentración de ambos metales es muy similar.

En México, el anteproyecto de NOM (2003) señala que para limpieza y remediación de suelos contaminados dedicados a la agricultura, ahí se señalan 20 ppm como máximo permisible. En tanto que para plomo la USEPA (1992), señala como rango entre 50 y 100 ppm para suelo superficial, mientras que la NOM (2003), para limpieza y remediación de suelos contaminados dedicados a la agricultura en México, da un valor máximo de 100 ppm.

Los valores obtenidos para cada metal (As y Pb), demuestran que se excede con mucho los parámetros máximos tolerables, ya que para el caso de arsénico el promedio fue de 702.68817 ppm en planta sucia y para suelo el promedio es de 9,650.428 ppm. En tanto que para el caso de plomo los resultados promedio obtenidos son los siguientes: 34.19469 ppm en planta y 136.10525 ppm en suelo.

LITERATURA CITADA

- Garbisu C, Alkorta, I. 2001. A cost effective plant-based technology for the removal of metals from the environment. *Biores Technol*, 77 (3): 229-236.
- Gisbert C, R Ros, A de Haro, DJ Walker, Bernal Pilar M, R Serrano, JN Avino, JN. 2003. A plant genetically modified that accumulates Pb is especially promising for phytoremediation. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 303 (2): 440-445.
- Keller A, KC Abbaspour, and R Schulin. 2002. Assessment of Uncertainty and Risk in Modeling Regional Heavy Metal Accumulation in Agricultural Soils. *J. Environ. Qual.*, 31 175-187.
- Lone MI, ZL He, PJ Stoffelia, X Yang, X. 2008. Phytoremediation of heavy metal polluted soils and water; Progresses and Perspectives. *J Zhejiang University Science B*, 9 (3): 210-220.
- López-Alonso M., M Miranda, C Castillo, J Hernández, JL Benedito. 2002. Interacción entre metales tóxicos y esenciales en ganado vacuno de Galicia, España. *Rev. Toxicol.*, No.19 pp. 69-72.
- McGrath SP, FJ Zhao, E Lombi. 2001. Plant and rizosphere process involved in phytoremediation of metal-contaminated soils. *Plant Soil* 232 (1/2): 207-214.
- Norma Oficial Mexicana -(2003) NOM-138- SEMARNAT/SS.
- Nriagu JO, JM Pacyna. 1988. Quantitative assessment of worldwide contamination of air water and soils by trace metals. *Nature* 333 (6169): 134-139.
- Rodríguez FH, AE Sánchez, SM Rodríguez, CJA Vidales, AK Acuña, TG Martínez y OJC Rodríguez. 2005. Metales pesados en leche cruda de Bovino. *Salud Pública y Nutrición*. 6 (4): 14.
- Santos-Santos E, M Yarto-Ramírez, I Gavilán-García, J Castro-Díaz, A Gavilan-García, R Rosiles, S Suárez, T López-Villegas. 2006. Analysis of arsenic, lead, and mercury in farming areas with mining contaminated soils at zacatecas, México. *J. Mex. Chem. Sci.* 50 (2): 57-63.
- Schalscha E, I Ahumada. 1998 Heavy metals in rivers and soils of central chile. *Water Sci. Technol.* 37 (8): 251-255.
- Serrato RS, CMC Valencia, FO Del Rio. 1999. Interrelaciones entre variables del suelo y de las gramíneas en el pastizal semiárido del Norte de Durango, *Terra Volumen* 17 Número 1.

Caracterización Física del Pastizal

Fauna Silvestre, Paisajismo, Servicios del Pastizal, son temas socialmente atractivos que deben integrarse y apoyar el desarrollo de áreas tradicionales y "frías" como Edafología, Manejo de Microcuencas, Mejoramiento Genético, Microbiología, etc., para abrir fuentes de financiamiento para la investigación y desarrollo de áreas de secano lejanas al límite biológico de producción, como los pastizales.

FRAGMENTACIÓN DE COMUNIDADES DE PASTIZAL DE LA ECOREGIÓN DEL DESIERTO DE CHIHUAHUA

FRAGMENTATION ANALYSIS GRASSLAND COMMUNITIES IN THE CHIHUAHUA DESERT ECOREGION

*Carlos Manjarrez Domínguez^{1,3}, Carmelo Pinedo Álvarez², Alfredo Pinedo Álvarez¹, Carolina M. Aguirre Prado¹ y Leonor Cortes Palacios²

Profesores Investigadores ³Estudiante graduado doctorado, 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@gmail.com

RESUMEN

El rápido cambio de uso del suelo ha impactado fuertemente las regiones áridas y semiáridas del estado de Chihuahua, afectando la seguridad alimentaria y el desarrollo regional que tiene una orientación ganadera y agrícola. El objetivo de este estudio fue evaluar el grado de fragmentación de los pastizales de la ecoregión del desierto de Chihuahua. Se utilizó nueve escenas del sensor Landsat TM5 de los años 1990, 2000 y 2012. Todas las bandas se ajustaron a procesos de corrección geométrica, atmosférica y radiométrica. Las coberturas de uso del suelo se obtuvieron bajo técnicas de clasificación supervisada. Además, el nivel de precisión fue evaluado mediante el índice discreto multivariado Kappa. Los grados de fragmentación se analizaron con el índice de diversidad de Simpson y Shannon. La clasificación mostró un buen nivel de confianza, arrojando una precisión global del 93, 93.2 y 90.3 %, para los años 1990, 2000 y 2012, respectivamente. El análisis de fragmentación presentó un aumento en el indicador "número de parches", el cual mostró un proceso de fragmentación paulatino. El número de parches aumentó en los períodos evaluados; 8,354, 9,658 y 11,469 en 1990, 2000 y 2012. Los índices de Simpson y Shannon evidenciaron un claro proceso de fragmentación en las comunidades de pastizales. La aplicación de herramientas geoestadísticas con sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica (SIG), permiten determinar y monitorear procesos de fragmentación en pastizales desérticos. Palabras clave: Landsat TM5, índices de diversidad, métricas del paisaje, SIG.

Key words: Landsat TM5, diversity index, landscape metrics, GIS.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el rápido cambio de uso de suelo ha impactado fuertemente en las regiones áridas y semiáridas del estado de Chihuahua, esto ha puesto en riesgo la seguridad alimentaria y el desarrollo regional que tiene una orientación ganadera y agrícola. En general, los pastizales de Chihuahua mantienen un alto grado de deterioro con impactos de baja y variable producción forrajera, que son consecuencia de los crecientes cambios de uso de suelo de pastizal hacia la agricultura, así como las prácticas inadecuadas de manejo del pastoreo que ha sido agravada con la presencia de sequías recurrentes y una alta variabilidad climática (Pinedo *et al.*, 2013). Además de disminuir la cantidad de forraje para animales domésticos y silvestres, estos factores, también implican un aumento en los escurrimientos y la erosión, abatimiento de los mantos freáticos, pérdida de biodiversidad (ECOPAD, 2007), cambio climático, largos periodos de sequía y la alteración en los regímenes de fuego (Bestelmeyer, 2006).

En México, los pastizales tienen una tasa de pérdida acelerada y se ha registrado una reducción del 35 al 48 % de su vegetación primaria, de la cual solo el 11% puede ser considerada en un buen estado de salud o conservación (Royo, 2012). El Desierto Chihuahuense presenta altos niveles de

fragmentación por diversos factores. La invasión de pastizales nativos por especies africanas forman islas o parches bioclimáticos con niveles altos de fragmentación, que paulatinamente reducen las superficies de pastizales medianos abiertos y arbosufrutescentes (Royo et al., 2005). El análisis temporal genera información relevante sobre los procesos ecológicos relacionados a la evolución del paisaje, lo que permite abordar el proceso de fragmentación evaluando sus etapas, los patrones de asentamiento humano y uso de la tierra que los determinan, las relaciones entre la transformación de los paisajes, así como la evolución en la conectividad, tanto estructural como funcional, entre otros (Gautam et al., 2003). La fragmentación la define Vogelmann (1995) como la segmentación de áreas grandes y contiguas de tipos similares de vegetación nativa, para convertirse en unidades más pequeñas que varían en tamaño, forma y conectividad; y que se encuentran separadas por una matriz de diferentes tipos de vegetación o de uso de suelo (Rescia et al., 1994).

Los ecosistemas fragmentados están sujetos a la proliferación de especies invasoras, al incremento de la presencia e intervención humana y a la interrupción de los regímenes naturales de disturbio y otros importantes procesos naturales (Gautam et al., 2003). Además, reduce la diversidad, incrementa el número de especies "contorno" y reduce el número de especies interiores de los parches, dando como resultado que las áreas grandes pueden soportar más individuos y especies en promedio que los parches pequeños. Esto debido a que poseen un conjunto de microhábitats, incluyendo más fuentes de comida, sitios de nidación y refugio de los depredadores y competidores (McIntyre, 1995). El campo de estudio de los sensores remotos ha crecido rápidamente en los últimos 15 años debido a la influencia persistente de la historia del uso del suelo y la alteración de los ecosistemas naturales. Estos estudios se enfocan a las interacciones recíprocas entre patrones espaciales del terreno y los procesos ecológicos (McGarigal y Cushman, 2005). El análisis e interpretación de imágenes de satélite ha tenido un impacto muy fuerte en el mapeo y generación de cartografía de las comunidades vegetales (Lillesand, 2000). La integración de los datos para su análisis en herramientas como Sistemas de Información Geográfica (SIG), permiten beneficios en la obtención de la información que incluyen el análisis en detalle de pequeñas áreas, así como de grandes extensiones con una precisión razonable (Everitt et al., 2006). Para el caso particular de los pastizales del desierto de Chihuahua, se requiere de un estudio sistematizado e integral que documente los cambios y procesos de fragmentación que han sufrido estos ecosistemas a través del tiempo. El objetivo general de este estudio fue evaluar el grado de fragmentación en la ecoregión del desierto de Chihuahua, así como la dinámica de cambios en los períodos 1990, 2000, y 2012.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La ecoregión del desierto de Chihuahua se ubica entre los paralelos 32° 30' y 25° 0' de latitud norte y los meridianos 104° 0' y 109° 0' de longitud oeste, región que comprende gran parte del este del estado de Chihuahua (Figura 1). Se emplearon nueve escenas del sensor Landsat TM5 de los años 1990, 2000, y 2012. Una vez fusionadas las escenas, se aplicó el procedimiento de segmentación con la herramienta de Región de Interés (ROI por sus siglas en inglés), usando el vectorial de la ecoregión del desierto de Chihuahua. Para homogenizar y eliminar los efectos de borde se aplicaron los procesos de corrección atmosférica, radiométrica y geométrica. Para el análisis de la vegetación se aplicaron técnicas de clasificación basadas en el análisis de frecuencias categóricas, con métodos de modelaje estadístico basados en sistemas probabilísticos. El criterio utilizado para medir la similitud entre píxeles fue la distancia euclidiana. Para el análisis de la separabilidad espectral entre clases, se empleó el método de la distancia de Jeffreys-Matusita, para lo cual se calculó primeramente la distancia de Bhattacharyya. Una vez clasificadas las escenas de los períodos, se compararon con el empleo de la tasa de deforestación recomendada por Puyravaud (2003).

Para generar el índice de fragmentación se utilizó la herramienta Patch Analyst/ / Fragstats, extensión del ArcGis® y se calcularon los índices número de fragmentos (NUMP), tamaño medio de los fragmentos (MPS), distancia media del vecino más cercano (MNN), coeficiente de variación del tamaño medio de los fragmentos (PsCoV), Índice de diversidad de Simpson's (SDI) y el Índice de diversidad de Shannon (SEI).

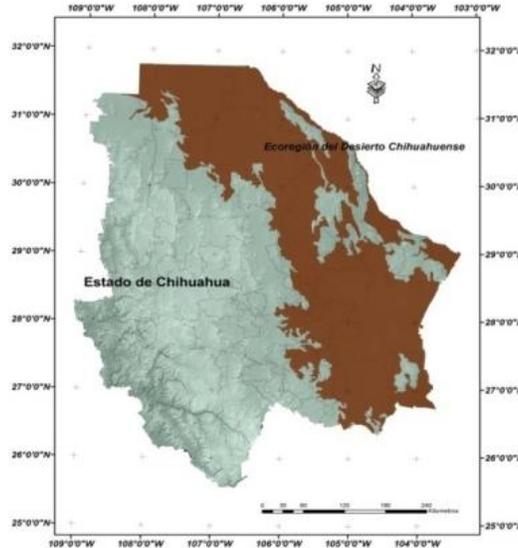


Figura 1. Localización de la ecoregión del desierto de Chihuahua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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 sustitución de los pastizales, al pasar de 375,178.56 ha en 1990 a 389,786.97 ha en el 2012. Esta tendencia representa una tasa de cambio de -3.89 %. Pinedo et al., (2013) estimó una tasa de cambio para la región del desierto de Ojinaga de 5.7 % en 15 años., lo cual es debido a un incremento de la actividad productiva en algunos cultivos de alto valor comercial como el nogal, durazno y otros cultivos. Por lo contrario, las áreas de pastizal (AP) disminuyeron a una tasa de 30.7% en el período. **Análisis de fragmentación.** El Cuadro 2 muestra un aumento en el número de parches, indicador que experimenta un proceso de fragmentación paulatina. El número de parches se incrementó en un 27%, al pasar de 8,354.23 parches a 11,469 en el 2012. Esta tendencia explica el grado de fragmentación asociada a la creciente heterogeneidad del ecosistema con efectos negativos en la estructura y función de los pastizales.

CONCLUSIONES

El análisis de fragmentación presentó aumento en número de parches, indicando fragmentación paulatina. El número de parches aumentó en los períodos evaluados. Los índices de Simpson y Shannon evidenciaron un este proceso en las comunidades de pastizales. Las herramientas geoestadísticas con Sistemas de Información Geográfica (SIG), permiten determinar y monitorear estos procesos en pastizales desérticos. Los índices presentan valores de 0.31 y 0.87 para el año de 1990 y de 0.47 y 1.04 en el 2012. Estos comportamientos explican el cambio de los mosaicos del paisaje, los cuales están fuertemente influenciados por procesos socioeconómicos y que forman parte importante en las propiedades inherentes del ecosistema.

LITERATURA CITADA

- Bestelmeyer, B.T. 2006. Threshold concepts and their use in rangeland management and restoration: the good, the bad, and the insidious. *Restoration Ecology* 14:325-329.
- Buiten, H. J., 1993, "General view of remote sensing as source of information in Land Observation by remote Sensing: theory and applications, H.J.Buiten, J.G.P.W. Clevers (eds.)" *Current topics in remote sensing*, Gordon and Breach Science Publisher, Reading UK. Vol. 3: 9-27.
- ECOPAD, 2007. 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. 23, 2012.
- Everitt, J. H., Yang, C., Fletcher, R. S., and Drawe, D.L., 2006, "Evaluation of high-resolution satellite imagery for assessing rangeland resources in South Texas," *Rangeland Ecol. Manage* Vol. 59 pp. 30-37.
- Lillesand, T., Keifer R.W., and Chipman J.W., 2000, "Remote Sensing and Image Interpretation," John Wiley & Sons. New York. pp. 768.
- McGarigal K. y S.A. Cushman, (2005) "The gradient concept of landscape structure" en: Wiens J, Moss M (comp.) *Issues and perspectives in landscape ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 112-119.
- McIntyre, N. E. 1995. Effects of forest patch size on avian diversity. *Landscape*
- Pinedo, A.C., Q.N.S. Hernández, C.A Melgoza, V.M. Rentería, S.V.C. Vélez, N.C. Morales, 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.
- Puyravaud J.P. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation *Forest Ecology and Management* 117: 593-596.
- Rescia, A. J., Schmitz, M. F., Martín de A gar, P., De Pablo, C.L., Atauri, J. A. y F.D. Pineda. 1994. Influence of landscape complexity and land management on woody plant diversity in northern Spain. *Journal of vegetation Science*, 5: 505-516.
- Royo, M., A. Melgoza, J. Santos., R. Carrillo, P. Jurado, R. Gutiérrez y F. Echavarría. 2005. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Memorias. Zacatecas, Zac.
- Vogelmann, JE 1995. Assessment of forest fragmentation in southern New England using remote sensing and geographic information system technology . *Conservation Biology* 9 :439-449.

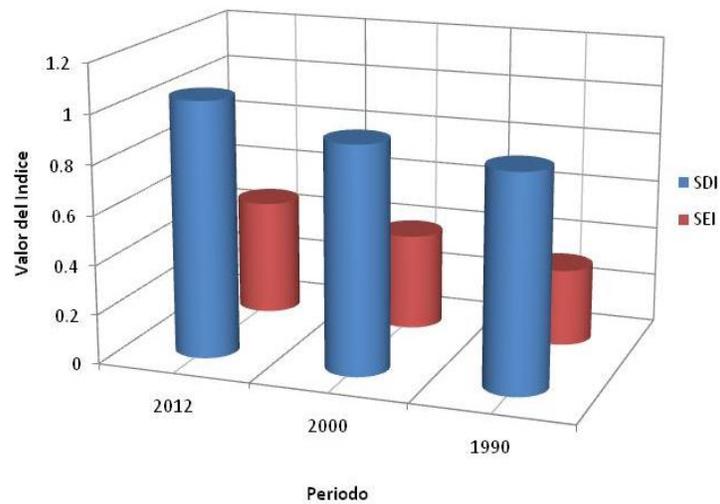
Cuadro 1. Dinámica de cambios en pastizales del Desierto en los periodos 1990, 2000 y 2012.

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

Cuadro 2. Valores de las métricas e índices de fragmentación en la ecoregión del Desierto de Chihuahua.

Valores de las métricas del paisaje												
Periodo	SDI	SEI	AWMSI	MSI	MPAR	MPFD	MPE	MPS	NumP	MedPS	PSCoV	PSSD
2012	1.04	0.47	46.43	2.27	80.14	1.29	22123.18	859.85	11469.00	106.41	4233.05	36397.98
2000	0.92	0.39	41.23	2.00	76.56	1.16	19876.12	745.23	9658.36	96.36	3987.36	31564.86
1990	0.87	0.31	37.53	1.76	71.23	0.96	16891.36	568.36	8354.23	82.36	3568.24	28657.36

Figura 2. Histograma de los índices de diversidad de Simpson (SDI) y Shannon (SEI) para el periodo evaluado en la ecoregión del desierto Chihuahuense.



EVALUACION DE LA HUELLA HÍDRICA AZUL EN LOS CULTIVOS FORRAJEROS DEL DISTRITO DE RIEGO 017, COMARCA LAGUNERA

EVALUATION OF BLUE WATER FOOTPRINT IN FORAGE CROP FROM IRRIGATION DISTRICT 017, COMARCA LAGUNERA

José Luís Ríos Flores^{1*}, Marco Antonio Torres Moreno², Miriam Torres Moreno³,
Rafael Castro Franco¹, Elizabeth Hernandez Santiago¹, Lorenzo Salas Baez¹

¹Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 35230. 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. j.rf2005@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue cuantificar la productividad física, económica y social del agua subterránea o huella hídrica azul del agua empleada en el riego de forrajes del DR017, del ciclo agrícola 2011. Se utilizó metodología lógica económico-matemática, cristalizada en modelos matemáticos que describen las formas de productividad del uso del agua, con sustento en la metodología de Ferguson y Gould (1987) y Astori (1984). Se determinó que los forrajes irrigados por bombeo ocuparon 45% de la superficie total del patrón agrícola y usaron 94.7% del agua extraída del subsuelo, generando el 33% del VBP agrícola. Se determinó que los forrajes de bombeo requieren en promedio 252lt/kg, que oscilan desde 181 lt/kg en sorgo hasta 413 lt/kg en avena forrajera, la alfalfa demandó 264 lt/kg. Cada m³ produjo \$0.56 de utilidad, oscilando desde una ganancia máxima de \$0.94/m³ en maíz forrajero, hasta una pérdida de -\$0.89/m³ en rye grass y alfalfa \$0.69/m³. Los forrajes de bombeo generaron 4,975 empleos anuales y una derrama económica de \$1,223.7 millones de pesos de ganancia. Cada 100,000m³ de agua subterránea produjeron 0.48 empleos en promedio, con un rango que va de un mínimo de 0.37 empleos en alfalfa hasta un máximo de 0.76 empleos en rye grass. Se determinó que la huella hídrica azul del cultivo de alfalfa fue superior en relación a otros cultivos forrajeros, ya que el maíz forraje y el sorgo mostraron indicadores de eficiencia física, económica y social superiores, lo que los muestra como productivos y eficientes en el uso del agua.

INTRODUCCIÓN

La huella hídrica, es un indicador del uso directo e indirecto del agua. La huella hídrica es un indicador geográfica y temporalmente explícito que explica ¿cuando? y ¿como? es que el agua se emplea. La evaluación de la huella hídrica es una herramienta de análisis, que sirve como apoyo en la toma de decisiones, ya que ayuda a comprender como un producto se relaciona con la escasez del agua, y que se puede hacer para que los productos contribuyan al uso sostenible del agua dulce (Mekonnen y Hoekstra, 2010). La huella hídrica de un producto se descompone en sus componentes verde, azul y gris. La huella hídrica azul se refiere al consumo de agua superficial y subterránea, entendiendo “consumo” como extracción destinada a la producción de determinado producto (Chapagain y Hoekstra, 2010). Dada la importancia de los forrajes para la industria lechera de la Comarca Lagunera, resulta imprescindible valorar como la producción forrajera se relaciona con la sustentabilidad del agua, por ello el objetivo de este trabajo fue la determinación de la productividad y la eficiencia del agua en la producción de forrajes como indicadores de la huella hídrica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información

Se emplearon cifras del Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria, ciclo 2011, de SAGARPA Delegación en la Región Lagunera; superficie cosechada, producción física, precio nominal, costo total por hectárea, número de jornales/hectárea y costo del riego. Al costo total por hectárea de SAGARPA se le agregaron dos componentes más; el costo financiero (6.02% del costo promedio financiero) que FIRA considera en sus costos/hectárea, y la renta del suelo, fue de \$2,000. La lámina de riego fue la más usual en región reportada por el CENID-RASPA-INIFAP.

Variables evaluadas

Se evaluaron trece *variables* independientes en todos los forrajes evaluados:

- a. Litros empleados en el riego necesarios para producir 1Kg de producto (Y_1)
- b. Gramos de producto físico producido/ m^3 de agua usado en el riego (Y_2)
- c. Litros de agua irrigados por cada \$1 de Ingreso bruto generado (Y_3)
- d. Ingreso generado por cada m^3 de agua usado en el riego (Y_4).
- e. Utilidad bruta generada / m^3 de agua usada en el riego (Y_5)
- f. Litros de agua irrigados por cada \$1 de utilidad bruta generada (Y_6).
- g. Utilidad bruta/ m^3 obtenido por productor / Precio del m^3 (Y_7).
- h. Empleos generados por cada 100,000 m^3 de agua irrigada (Y_8).
- i. Horas de trabajo invertidas por tonelada (Y_9).
- j. Ganancia producida por trabajador a nivel regional (Y_{10}).
- k. Ganancia por hora invertida de trabajo (Y_{11}).
- l. Punto de equilibrio (Y_{12}).
- m. Vulnerabilidad crediticia (Y_{13})

El estudio se delimitó geográficamente al Distrito de Riego 017 Comarca Lagunera, específicamente a los principales cinco forrajes: alfalfa, maíz forrajero, avena forrajera, sorgo forrajero y rye grass irrigados con agua "azul", sin desagregar en sus tipos de tenencia: Ejido y Pequeña propiedad, la delimitación temporal fue el ciclo agrícola 2011. De acuerdo con Mekonnen y Hoekstra (2011) la *productividad* es una razón de cambio según se muestra a continuación:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{cantidad de producto}}{\text{unidad de agua}}$$

Por otro lado la *eficiencia* en el uso del agua se define como un cociente, donde el numerador se encuentra la cantidad de agua empleada y en el denominador a la unidad de producto (físico, económico ó social), como se muestra a continuación:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{cantidad de agua}}{\text{unidad de producto}}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entorno macroeconómico de la eficiencia del agua subterránea del DR-017. En el año agrícola de 2011, los cultivos forrajeros de bombeo analizados en este estudio, se establecieron en 72,820 hectáreas, ocupando el 45% de las 160,190 ha cosechadas en ese año agrícola, asimismo, estos cultivos con un aporte de \$1,786.4 millones de pesos contribuyendo con el 33% de todo el Valor Bruto de la Producción (VBP) agrícola regional, que ascendió en ese año a \$5,492.33 millones de

pesos. Cada año la superficie de forrajes de acuerdo con Cruz y Levine (1998), extrajeron anualmente del subsuelo 918.5 Millones de metros cúbicos (Mm^3) de agua entre 1992-1995, mientras entre 2001-2003, de acuerdo con García, Guzmán y Fortis (2006), la extracción anual rondaba los $1013.4Mm^3$. De acuerdo con nuestro análisis en 2011, la extracción de agua por los forrajes fue de $1,038.1Mm^3$, concentrando el 96% del agua subterránea extraída. Las anteriores cifras sugieren una desproporción entre el uso de recursos y los logros obtenidos, ya que se empleo 96% del agua subterránea y se produjo $\frac{1}{3}$ del VBP agrícola, lo que demuestra que los forrajes están consumiendo mucha agua y solo generan $\frac{1}{3}$ del VBP agrícola regional. Los costos/ha de avena fueron de \$13,874.7, el promedio fue \$16,804, maíz forrajero \$17,633.2, seguido de la alfalfa, con \$17,556.6. El rubro más importante que compone el costo total por hectárea, es sin duda el del m^3 para riego, así se encontró que en promedio el costo fue $\$0.36/m^3$, en el cultivo de alfalfa, el precio productor fue $\$0.38/m^3$, $\$0.33/m^3$ en maíz, $\$0.32/m^3$ en avena, $\$0.33/m^3$ en sorgo y $\$0.42/m^3$ en rye grass.

Eficiencia física del agua empleada en riego de forrajes del DR017. Se determinó el forraje en promedio en La Laguna produjo $3.98 kg/m^3$, mientras que el cultivo de alfalfa, se ubicó debajo de ese promedio con $3.79kg/m^3$, el sorgo forrajero, con $5.51 kg/m^3$ fue 45.4% más productivo que la alfalfa en el uso del agua, seguido del maíz forrajero con $5.28 kg/m^3$, solo el avena el y rye grass fueron los menos productivos que la alfalfa, con 2.42 y $3.44 kg/m^3$. A nivel grupal, para producir 1kg de forraje se utilizaron 252 litros. La alfalfa consumió 264 litros / kg, siendo más eficientes en el uso del agua, los cultivos de sorgo 181litros /kg y maíz forrajero 190litros/kg, lo que ubica al sorgo como el forraje más eficiente en el uso del agua subterránea, pues consume 31.4% *menos* agua que la alfalfa por kilo producido, el maíz forrajero consume 28% *menos* agua que la alfalfa. Mientras que la avena forrajera y rye grass, fueron *ineficientes* al utilizar 413 litros/kg y 290 litros/kg respectivamente, es decir; consumieron 56.4% y 9.8% *más agua* que la alfalfa.

Cuadro 1: Indicadores de eficiencia física (Y_1 y Y_2), económica (Y_3 a Y_6) y social (Y_7 a Y_{11}) del agua de riego de bombeo en los principales cultivos Forrajeros del Distrito de Riego (DR) 017 La Laguna. Cifras monetarias en pesos nominales de 2009.

Variable	Alfalfa	Maíz forraje	Avena Forraje	Sorgo forraje	Rye grass	Grupo forrajero
Y_1	264	190	413	181	290	252
Y_2	3.79	5.28	2.42	5.51	3.44	3.98
Y_3	659	340	1032	396	971	561
Y_4	\$1.52	\$2.94	\$0.97	\$2.52	\$1.03	\$1.78
Y_5	\$0.69	\$0.94	-\$0.60	\$0.58	-\$0.89	\$0.56
Y_6	1,454	1,062	-1,656	1,725	-1,128	1,801
Y_7	1.80	2.82	-1.87	1.78	-2.12	1.52
Y_8	0.37	0.69	0.68	0.71	0.76	0.48
Y_9	2.22	3.03	6.44	2.98	5.06	2.28
Y_{10}	\$188,363	\$135,823	-\$89,199	\$81,265	-\$117,347	\$114,157
Y_{11}	\$81.8	\$59.0	-\$38.7	\$35.3	-\$50.9	\$61.3
Y_{12}	43.89	31.64	34.69	37.48	56.53	39.02
Y_{13}	1.83	1.47	0.62	1.30	0.54	1.45

Fuente: Elaboración propia, con base en cifras de la SAGARPA.

Eficiencia económica del agua empleada en el riego de forrajes del DR017. Se determinó que cada m^3 empleado en el riego, los cultivos produjeron: \$0.69 de ganancia en el alfalfa, mientras en promedio produjeron \$0.56 de utilidad, por lo que, no correspondió a la alfalfa, ser el cultivo más

productivo al usar el agua subterránea de riego, siendo este el maíz forrajero, ya que con la misma cantidad de agua que empleo la alfalfa, este generó \$0.94 de utilidad, es decir; 36.2% más productivo que el alfalfa en el uso económico del agua subterránea. La avena y el rye grass, resultaron improductivos, pues generaron pérdida de $-\$0.60/m^3$ y $-\$0.89/m^3$ respectivamente. Producir \$1 de utilidad bruta implicó consumir 1,454 litros en alfalfa, mientras que ese mismo \$1 de ganancia representó gastar 1,062litros en maíz forrajero y 1,725litros en sorgo forrajero. En rye grass se emplearon 1,128litros, y en avena 1,656litros para generar una pérdida.

Eficiencia social del agua utilizada en riego de forrajes del DR017. La cantidad de empleos generados/100,000 m³ fue de 0.37 en alfalfa, mientras el rye grass generó mas empleo con ese volumen de agua (0.76 empleos/100,000m³), aun cuando en términos económicos resulto ineficiente, en términos de generación de empleo mostró un buen indicador, pues produjo 2.05 veces más empleo que la alfalfa. El maíz forrajero generó 0.69 empleos / 100,000 m³, es decir; 86.5% más que la alfalfa, la avena forrajera produjo 0.68, el sorgo 0.71empleos. La vulnerabilidad crediticia del cultivo (Y_{13}), es decir; cuantas veces cubre el rendimiento físico/hectárea al punto de equilibrio, en el caso de la alfalfa, el rendimiento físico/hectárea fue 80.31 ton/ha, alcanzó a cubrir 1.83 veces las 43.89 ton/ha que tuvo como punto de equilibrio, lo cual señala que si se le diera un crédito, este se cubriría perfectamente con lo que produce por hectárea, no así los cultivos de avena forrajera y rye grasss, que con 21.37 y 30.38 ton/ha respectivamente, alcanzaron a cubrir solamente el 62 y el 54% de sus respectivos puntos de equilibrio.

CONCLUSIÓN

Se concluye que la huella hídrica azul del cultivo de alfalfa fue superior a la de los demás cultivos forrajeros evaluados, mostrando a los cultivos de maíz y sorgo forrajeros como cultivos mas productivos y eficientes en el uso del agua, ya que mostraron obtener mas producto físico, mas rendimiento económico y masgeneracion de empleo en relación al cultivo de alfalfa.

LITERATURA CITADA

- Chapagain, A K and Hoekstra, A Y (2010). The green, blue and grey water footprint of rice from both a production and consumption perspective, Value of Water Research Report Series No.40, UNESCO-IHE, and Delft, Netherlands.
- Cruz Alejandro y Levine Gilbert (1998). El uso de las aguas subterráneas en el DR017, Región Lagunera, México. IWMI, Serie Latinoamericana: No. 3.
- Fergusson CH. E. y J. P. Gould (1987). Teoría microeconómica. FCE. México, DF.pag. 11.
- FIRA (2012). Sistema de elaboración de Costos Agropecuarios en su Modulo Agrícola de FIRA. www.fira.gob.mx
- García-Salazar José, Guzmán-Soria Eugenio y Fortis-Hernández Manuel. (2006). Demanda y distribución del agua en La Comarca Lagunera, México. Agrociencia 40: 269-276.
- Mekonnen, M M and Hoekstra, A Y (2010) A global and high-resolution assessment of the green, blue and grey water footprint of wheat. *Hydrology and Earth System Sciences* 14:1259–1276.
- Mekonnen M M and A Y Hoekstra (2011) The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hidrology and Earth Systems Sciences* 15:1577-1600.
- SAGARPA (2011) Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango, Cd. Lerdo, Dgo., México.

COMPARACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL RÍO CONCHOS ANTES Y DESPUÉS DE LA PRESA “EL GRANERO”, CHIHUAHUA, MÉXICO.

1 Rey Manuel Quintana Martínez¹, Diego Alberto Morales Gómez², Roberto Espinoza Prieto¹, Héctor Rubio Arias¹, Ricardo Abel Soto Cruz¹, Javier Camarillo Acosta¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Perif.Fco.R. Almada km.1 Chihuahua, Chih. Mex. ²Estudiante de ecología, en la Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua
Email: rquintan@uach.mx (1)

RESUMEN

Se ha considerado que la actividad agrícola en la zona donde el río Conchos llega a la presa Luis L. León, pudiera estar contaminando al río Conchos, debido a grandes cantidades de plaguicidas y otros productos químicos que los productores utilizan para la agricultura. La presa Luis L. León, se localiza en el municipio de Aldama, Chihuahua, con capacidad de 356 Mm³. El objetivo de este trabajo fue evaluar los parámetros físicos y químicos del río Conchos antes y después de la presa Luis L. León. Se realizó el muestreo de agua en el río Conchos, antes y después de la cortina, 11 muestras mensuales en un periodo de 12 meses a 20 y 100 cm. Se midieron en el sitio: temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y pH. Los análisis estadísticos se realizaron con ANOVA en el programa Minitab 16. $Y_{ij} = M + \alpha + \beta + \delta + \beta * \delta$. Se detectaron diferencias estadísticas en el parámetro de temperatura, oxígeno disuelto, potencial de hidrogeno (pH), conductividad eléctrica, por mes ($P < 0.05$). En la conductividad eléctrica se detectó diferencia estadística en la interrelación lugar-profundidad ($P < 0.05$). La temperatura del agua se comportó normal de acuerdo con lo establecido en la NOM-001-ECOL-1996. Se encontraron condiciones aceptables en el oxígeno disuelto, adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces. Se propone realizar más estudios para seguir evaluando este cuerpo de agua y que tendencias tenga en años posteriores. Además es necesario implementar planes de restauración ecológica y realizar medidas de mitigación para proteger a la flora y fauna de la región y proteger a la población de esta zona del estado de Chihuahua.

Palabras clave: Parámetros físico-químicos, agua, Río Conchos.

INTRODUCCIÓN

Existen alrededor de 4 mil presas en México; las cuales, están clasificadas como grandes presas, las 52 presas del país de mayor volumen de almacenamiento representan aproximadamente un 70% del volumen total de almacenamiento. La presa Luis L. León tiene una capacidad aproximada de 356 Mm³ y ocupa el lugar 44 (CNA, 1997), y está considerada como la segunda más grande del Estado, su construcción ha permitido el surgimiento de una importante actividad turística y de recreación de gran importancia tanto para las aves acuáticas migratorias y residentes (INEGI, 1997). La calidad del agua, es una cuestión que les preocupa a los países desarrollados, por su repercusión en la salud de la población (OMS, 2011). México es un país de grandes contrastes y creencias respecto al agua, la distribución del recurso se encuentra íntimamente ligada a las satisfacciones de las necesidades sociales básicas. Ya que la disponibilidad del agua en calidad y cantidad es una condición necesaria para ser viable el desarrollo social, económico y ambiental de nuestro país (CNA, 2010). Son muchos factores que pueden afectar la calidad del agua de un sistema fluvial. Las condiciones pueden variar periódicamente. Así que se debe medir los parámetros físicos y químicos del agua periódicamente para observar sus tendencias. El agua que se considera segura para uso puede ser no aceptable para otro propósito. Muchos expertos en la

calidad del agua se refieren a sus medidas en término de un uso específico (Mark, 1993). La calidad del agua debe definirse en relación con el uso o actividad a la que se le quiera dedicar, y por ello no podemos hablar de buena o mala, sino cada actividad exige una calidad adecuada. Para evaluar los cambios que las diferentes aplicaciones del agua pueden originar en su calidad se emplean parámetros físicos, químicos y biológicos, denominados indicadores de la calidad del agua (Seoane, 1999). El agua se contamina cuando la descarga de residuos perjudica la calidad y perturba el equilibrio ecológico natural. Los contaminantes que causan problemas comprenden a contaminantes orgánicos que causan enfermedades, materia orgánica, sólidos, nutrientes sustancias tóxicas entre otros (Glynn y Heinke, 1999). Se considera el río de Conchos esencial para más que millón de habitantes y recibe descargas de las aguas residuales de drenaje urbano así como los residuos de la agricultura y de las actividades industriales (Gutiérrez *et al.*, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

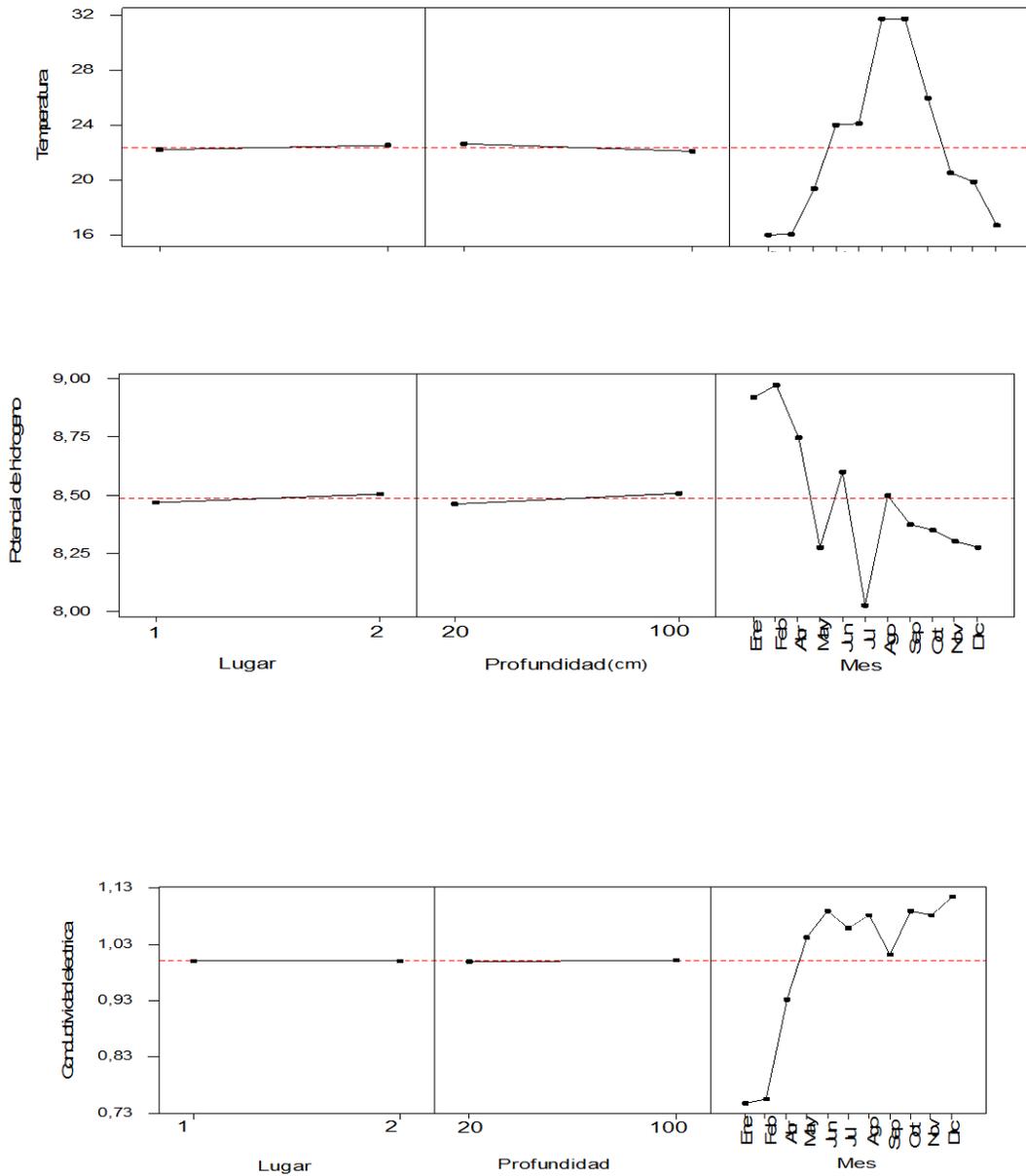
El estudio se realizó en el río Conchos, el cual se dividió en 2 zonas específicas. La primera zona cerca de la cortina de la presa Luis L. León y la segunda zona en la salida de la presa. Estos puntos se localizan en las coordenadas 28°59'07.37" latitud norte y 105° 16'29.94" longitud oeste con una altitud de 1085 msnm el punto de entrada y 28°52'55.22" latitud norte y 105° 18'24.83" longitud oeste con una altitud de 1032 msnm punto de salida. Se ubica en el sureste del estado de Chihuahua, pertenece al municipio de Aldama Chihuahua; el clima es muy seco semiárido, la temperatura oscila de los 38 a 16°C con precipitación media anual de 380 mm (INEGI, 1997). Los muestreos realizados fueron cuatro, dos en la entrada de la presa, cerca de la cortina, a 20 y 100 cm y dos en la salida de la cortina, a 20 cm y 100 cm en un periodo de 12 meses, un muestreo en cada mes excepto el mes de Marzo. Las muestras que se obtuvieron fueron depositadas en un recipiente de medio galón y se registraron las coordenadas de geográficas de cada punto de muestreo. Se midieron "in situ" las variables de Temperatura del agua, Potencial de hidrogeno (pH), Conductividad Eléctrica (CE) y Oxígeno disuelto (OD). Se utilizaron los equipos de sistema de posicionamiento global (Garmin), Potenciometro-Conductivimetro (Hanna) y Oximetro automatico (Hach).

Los análisis estadísticos se realizaron con ANOVA en el programa Minitab 16. Para probar los factores punto de muestreo-fecha, profundidad-fecha y significancias, según el modelo $\forall ij = M + \alpha + \beta + \delta + \beta * \delta$, donde M = Media, α = Mes, β = Sitio, δ = Profundidad y $\beta * \delta$ = Interacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico de las variables temperatura, oxígeno disuelto y potencial de hidrogeno muestra que se tiene una diferencia significativa ($P \leq 0.05$) respecto al mes, mientras que no existió por lugar, profundidad y la interacción. En el caso de la conductividad eléctrica se encontró diferencia en la interacción ($P \leq 0.05$) (Gráfica 1). La temperatura más alta fue de 30°C y la más baja fue de 15°C para los meses de agosto y enero respectivamente. La mayor concentración de oxígeno disuelto en la presa fue de 9.8 mg L⁻¹, en el mes de mayo en el punto de la salida a 20 cm de profundidad, y la menor concentración se presentó en el mes de noviembre, con 4.0 mg L⁻¹ en el punto de entrada y salida a 20 cm de profundidad. Dada la alta relación que existe entre la temperatura y el contenido de oxígeno disuelto en el agua, se observa como en los meses que se aproximan más a los solsticios, el oxígeno disminuye, mientras que el efecto del equinoccio o meses próximos a este lo incrementa. El promedio del potencial de hidrogeno para el punto 1 que pertenece a la entrada a 20 cm fue de 8.4, y para el punto 3 que corresponde a la salida en la misma profundidad se registró 8.49. Para el punto 2 que corresponde a la entrada a 100 cm fue de 8.4 y para el punto que 4 que corresponde a la salida de la misma profundidad fue de 8.4. Se puede inferir que las diferencias del Potencial de hidrogeno entre los meses, se debe principalmente a la contaminación antropogénicas ya que el turismo en esta presa hace presencia en época de semana santa y de verano, ocasionando cambios en el Potencial de hidrogeno en el

agua en diferentes épocas del año. En enero febrero, abril y junio que tuvieron niveles de 9 a 8.5 pH en los 4 puntos de muestreo se debe a que en esta lansa del año la precipitación es escasa p



Gráficos: Diferencias significativas de los parámetros Temperatura, Oxígeno Disuelto, Potenciales de Hidrógeno y Conductividad Eléctrica en época, lugar, profundidad e interacción lugar-profundidad.

La Conductividad eléctrica en el agua registrada en el punto 1 que corresponde a la entrada 20 cm, la conductividad eléctrica fue de 1.030 m/S, para el punto 3 que corresponde a la salida en la

misma profundidad, fue de de 0.961 m/S. Para el punto 2, que corresponde a la entrada 100 cm, la conductividad eléctrica promedio fue de 0.965 m/S, y para el punto 4, que corresponde a la salida en la misma profundidad fue de 1.040 m/S. Se puede establecer que las diferencias en los niveles de Conductividad eléctrica en los meses e interacción lugar-profundidad, se deba a que los niveles de sodio en el agua de la presa varían en los diferentes puntos de muestreo y en la profundidad, mientras en el lugar y profundidad no se encontraron diferencia estadística ($P>0.05$). Cabe mencionar que los niveles obtenidos del parámetro de conductividad eléctrica, fueron superiores a los reportados en el río Conchos en el tramo de la presa la Boquilla (Ochoa, 2010).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la presente investigación se tiene una perspectiva de la condición actual físico-química de la presa Luis L. León., facilitando establecer la relación comparativa de los resultados de la presente investigación con los límites máximos permisibles de las normas NOM-127-SSA1-1994, NOM-001-SEMARNAT-1996, y los establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

LITERATURA CITADA

- CNA, 1997. Comisión Nacional del Agua. Infraestructura Hidráulica. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/infra1.pdf>. Consultado el 14 Agosto de 2010.
- CNA, 2010. Comisión Nacional del Agua. Sistema nacional de información del agua, (SINA). <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?id=705d4e2f-67fb-4daa-b01a-e1b261575eb6> Sistema Nacional de Información del Agua (SINA) |0|60|0|0|0|. Consultado 16 Noviembre de 2010.
- Campillo. R., A. 2006. Análisis de parámetros físico-químicos en la cuenca del Río conchos en el estado de Chihuahua.
- Gutiérrez, L., R., H. Rubio. R, Quintana. J, Ortega. M. Gutiérrez. 2008. Heavy metals in water of the San Pedro River in Chihuahua, Mexico and its potential health risk. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2008, 5(2), 91-98.
- Glynn, J., y G.W. Heinke. 1999. Ingeniería ambiental, prentice hall, México, segunda edición. p. 431-433.
- INEGI, 1997. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. División territorial del estado de Chihuahua 1810-1995.
- Mark, K., B., William. P. Kevin. 1993. Manual de campo del proyecto del río Bravo. p. 9-11, 13, 15, 19, 20, 41, 42, 45-47, 61.
- Ochoa. J., 2010. Evaluación de la calidad del agua del río Conchos antes y después de la presa la Boquilla. Chihuahua. México.
- OMS, 2011. Organización mundial de la salud. Agua saneamiento y salud. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/guidelines/es/index.html. Consultado 2 enero de 2011.
- Seoane. M., 1999. Aguas residuales, tratamiento por humedales artificiales. Mundo prensa. p. 59-66.

Recursos Genéticos del Pastizal

La vegetación de zonas áridas evolucionó a las condiciones recurrentes de sequía y bajas temperaturas que condicionan la respuesta al manejo antropocéntrico del pastoreo; lo anterior, mediante la generación de diversidad y adaptación a dichas condiciones y ésta posee las respuestas, mediante variabilidad genética, para responder a las necesidades de aprovechamiento que se pretandan en el recurso pastizal: paisajismo, fauna silvestre, productividad, resistencia a pastoreo, etc., y, en el caso de nativas, aún se encuentran inexploradas de forma sistemática.

RECOLECCIÓN DE LEGUMINOSAS DEL GÉNERO *Macroptilium* EN EL SUR DE MÉXICO

COLLECTION OF *Macroptilium*'s LEGUMES IN SOUTHERN MEXICO

Jiménez GR, Enríquez QJF², Cab JFE², Quero CAR³, Cano GMA⁴, Mariles FV⁵

¹Campo Experimental Iguala CIR-PACÍFICO SUR INIFAP, ²Campo Experimental la Posta CIR-GOLFO INIFAP, ³Campus Montecillo, CP, ⁴CIR-PACÍFICO SUR INIFAP,

⁵Estudiante de Postgrado. jimenez.regulo@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Las leguminosas son importantes por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo, por su valor nutritivo como plantas forrajeras y porque permiten sostener los ecosistemas. América tropical presenta gran diversidad para las leguminosas, dentro de los géneros con mayor distribución en México esta *Macroptilium*. El objetivo de esta investigación fue recolectar leguminosas del género *Macroptilium* en la región Sur de México, específicamente en los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero. Se realizaron cuatro recorridos de recolección entre el 28 de noviembre del 2012 al 28 de febrero del 2013. En cada sitio de recolección se tomaban datos de latitud, longitud, altitud, tipo de vegetación y suelo; se localizó la planta del género *Macroptilium*, y se procedía a tomar muestras de semilla de varias plantas que se guardaban en bolsas de papel. Se recolectaron 26 ecotipos del género *Macroptilium*, 19 de los cuales se obtuvieron en el estado de Chiapas, 6 en Oaxaca y 1 en Guerrero. La especie predominante fue *M. atropurpureum*; aunque también se recolectó *M. lathyroides* y *M. gibbosifolium*. Estas plantas se recolectaron principalmente en suelos regosoles y de uso agrícola, en sitios entre los 0 y 500 msnm y entre 751 y 1500 mm. En general las especies del género *Macroptilium* son plantas herbáceas, para suelos secos y con potencial para su adopción por la gran cantidad de semilla que producen.

Palabras clave: Recolección de plantas, leguminosas, *Macroptilium*, ambientes.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas, además de su capacidad de fijar nitrógeno, presentan un relativo elevado valor nutritivo, mejoran la relación C:N del suelo, por lo que son especies de una gran importancia en los ecosistemas, porque permiten la sustentabilidad de éstos a través del tiempo (Espinoza, 2000). Las leguminosas tropicales contienen más proteína cruda que las gramíneas y su contenido usualmente varía entre 10 y 25% (Bogdan, 1977). Wege *et al.* (1998) sostienen que la diversidad genética de la flora silvestre, es la base para las selecciones exitosas. Respecto a especies forrajeras, África tropical presenta muy grande diversidad para la familia de las gramíneas y América tropical destaca por su diversidad para la familia de leguminosas (Harlan, 1981). Schultze-Kraft *et al.* (1993) mencionan que las evidencias de que debido a la destrucción de los hábitats la erosión genética de especies con potencial como plantas forrajeras se incrementa. La región tropical de México es rica en recursos naturales y se afirma que la mayor diversidad de leguminosas también se encuentra en esta región de país (Claveran, 1978). Relacionado con este proceso Schultze-Kraft y Mannetje (2000) sustentan que la colección y conservación en Bancos de Germoplasma podría contribuir al mantenimiento de las especies. Las leguminosas del género *Macroptilium* pueden usarse como alimento para el ganado en mono-cultivo o en asociación con gramíneas; al respecto, Espinoza *et al.* (2000) reportan el valor nutritivo de *Pennisetum purpureum* de 8.7, 2.6, 0.29 y 0.34 de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), calcio (Ca) y fósforo (P), respectivamente y para la asociación de *P. purpureum* con *Macroptilium atropurpureum* de 9.7, 2.6, 0.46 y 0.30 de PC, EE, Ca y P, respectivamente; lo anterior destaca la aportación de la leguminosa para mejorar el valor nutritivo del forraje. El objetivo del presente trabajo fue recolectar leguminosas del género *Macroptilium* en la región Sur de México, específicamente en los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero. El INIFAP desarrolla un proyecto para la recolección de recursos genéticos de

leguminosas en el Sur de México; en el presente trabajo se incluyen los resultados de ecotipos del género *Macroptilium* recolectados, entre noviembre del 2012 y febrero del 2013.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Sur de México se caracteriza por presentar áreas de condiciones de trópico seco principalmente en los estados de Guerrero y Oaxaca, y una parte de Chiapas; así como, de trópico húmedo en unas áreas de Oaxaca y la mayor parte del estado de Chiapas. Se realizaron cuatro recorridos de recolección por los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero, entre el 28 de noviembre del 2012 al 28 de febrero del 2013. Los recorridos se realizaron por autopistas, carreteras y caminos de terracería, se realizaban paradas entre los 30 y 50 km dependiendo de los cambios de altitud y vegetación principalmente. En cada sitio se analizaba la flora en el área adyacente a la carretera o camino y podía variar de unos pocos a varios cientos de metros cuadrados. Debido a que el periodo de producción de semilla varía por las condiciones ambientales, en algunas ocasiones tuvimos que regresar a los sitios cuando las plantas no contaban con semilla. En cada sitio de recolección se tomaban datos de latitud, longitud, altitud, tipo de vegetación y suelo, estos datos pasaporte se registraban debidamente en los formatos respectivos. Una vez localizada la planta del género *Macroptilium*, si era posible se identificaba la especie y se procedía a tomar muestras de semilla de varias plantas en el mismo sitio que se guardaban en bolsas de papel, con la intención de posteriormente llevar a cabo estudios de caracterización agronómica e identificación correcta de la especie.

Materiales recolectados. Se recolectaron 26 ecotipos del género *Macroptilium*, 19 de los cuales se obtuvieron en el estado de Chiapas, 6 en Oaxaca y 1 en Guerrero (Figura 1). La principal especie recolectada fue *M. atropurpureum*, aunque también se encontraron *M. lathyroides* y *M. gibbosifolium*. En algunos ecotipos aún no se ha identificado la especie.

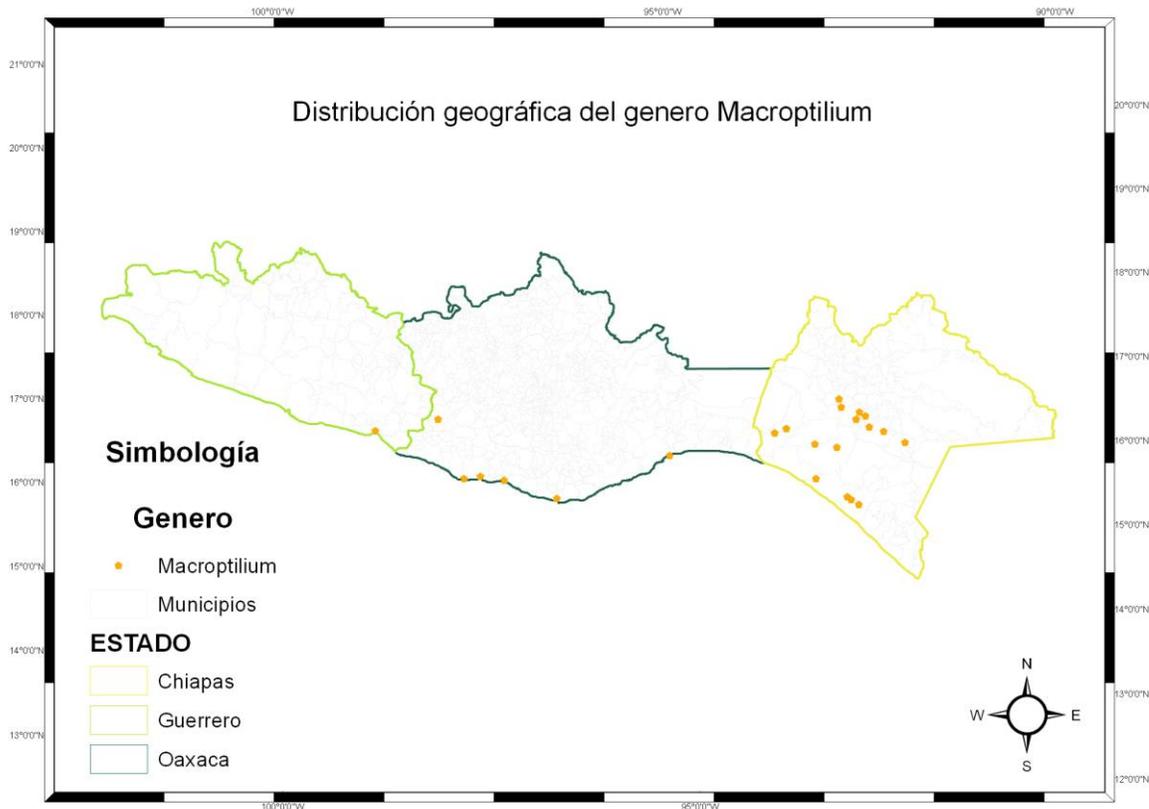


Figura 1. Sitios de recolección de ecotipos del género *Macroptilium* en el Sur de México

Reid (1983), reportó haber recorrido la república mexicana y recolectado 98 accesiones del género *Macroptilium*, 36 en el trópico seco, 9 en el trópico húmedo y el resto en las regiones árida, semiárida y montañosa. Las principales especies que recolectó fueron: *M. atropurpureum* y *M. heterophyllum*. Por su parte Peralta *et al.* (1987) reportan haber encontrado solo *M. atropurpureum*, con 21 ecotipos. En centroamerica hay reportes de haber encontrado 5 especies de *Macroptilium*, aunque comentan que podría ser *Vigna* (Duque *et al.*, 1986); mientras que, en Honduras colectaron 24 ecotipos de *Macroptilium* spp (Wege *et al.*, 1998). (Wege *et al.*, 1998).. También en Cuba mencionan haber encontrado solo *M. lathyroides* (Olivera *et al.*, 2008). *Macroptilium* se recolectó principalmente en suelos regosoles (50%) y en luvisoles (15%; Figura 2-A). De los 26 ecotipos recolectados 14 se localizaron donde se practica Agricultura de Temporal (54%) y 6 un 23% en Pastizal Cultiva (Figura 2-B).

Las plantas de *Macroptilium* crecen en sitios con precipitaciones pluviales que van de los 751 mm a 1500, el 74% de los ecotipos se recolectaron en estos ambientes; por otra parte, no se localizaron plantas de este género a más de 1000 metros sobre el nivel del mar, el 58% se localizaron entre los 0 y 500 msnm y el otro 42% entre los 501 y 1000 msnm (Figura 3 A-B).

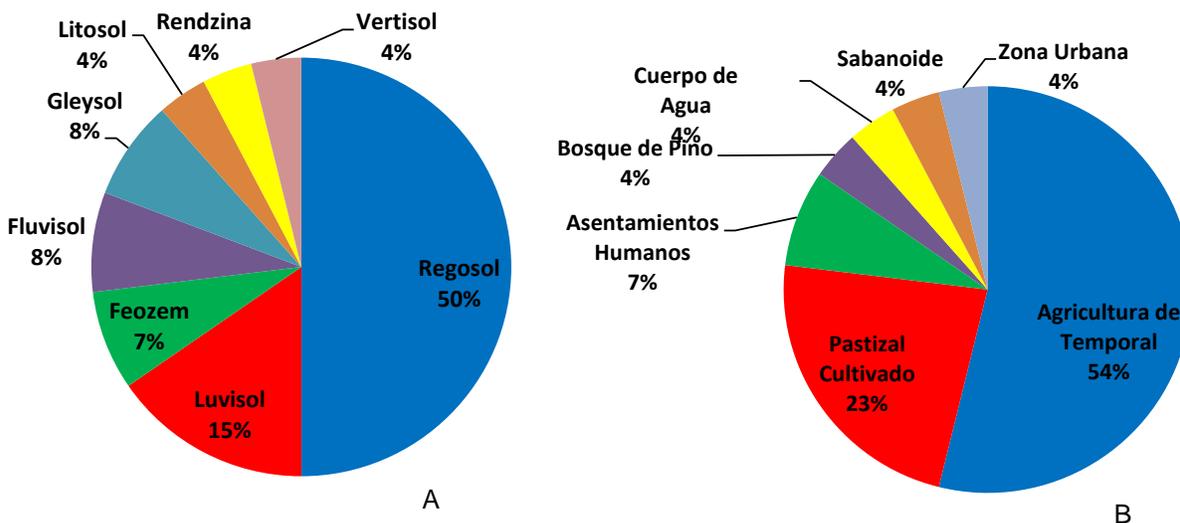


Figura 2. Tipo de suelo (A) y Vegetación (B) en los que se recolectaron los ecotipos de *Macroptilium* en el Sur de México

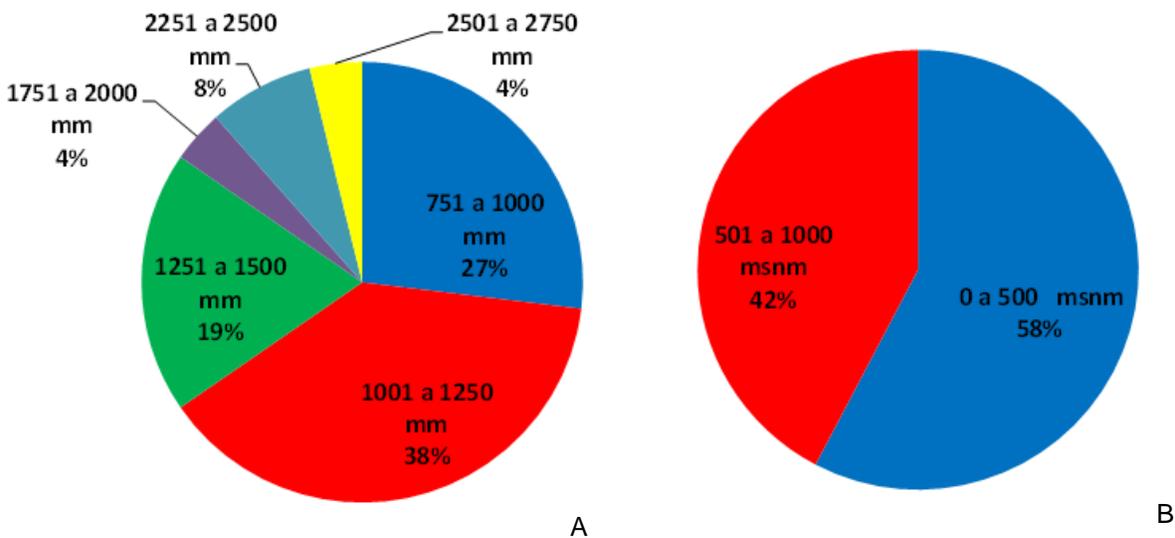


Figura 3. Precipitación pluvial (A) y altura sobre el nivel del mar (B) en los que se recolectaron los ecotipos de *Macroptilium* en el Sur de México

CONCLUSIONES

El 80% de los ecotipos del género *Macroptilium* se encontraron en el estado de Chiapas, que es el que presenta condiciones más húmedas de los tres estados recorridos. Las especies encontradas fueron *M. atropurpureum*, *M. lathyroides* y *M. gibbosifolium*. Este género se desarrolla principalmente en suelos regosoles y en terrenos de uso agrícola. Crece principalmente entre 0 y 500 msnm, y con precipitaciones pluviales entre 751 y 1500 mm. En este proceso de investigación se continuará con la caracterización de estas plantas y la conservación del material genético.

LITERATURA CITADA

- Bogdan, A. 1977. Tropical Pasture and Fodder Plants (Grasses and Legumes). Tropical Agriculture Series, Longman Group Limited, London, pp. 475.
- Claverán A.R. 1978. Leguminosas forrajeras. En: Cervantes S.T. (Ed.). Análisis de los recursos genéticos disponibles en México. pp. 171-177.
- Duque O., Argel P.J. y Schultze-Kraft R. 1986. Recolección de germoplasma nativo de leguminosas forrajeras en Panamá. Pasturas Tropicales. Vol. 8 No. 1. pp. 10-14.
- Espinoza, F. 2000. Las leguminosas forrajeras: más de 50 años de estudios en Venezuela ¿y entonces...?. Revista Carabobo Pecuario, 148:11-13.
- Harlam J.R. 1981. Use of genetic resources for improvement of forage species. In: Smith J.A. and V.M. Hays (Eds.). Proceedings, 14th International Grassland Congress, Lexington, Kentucky. Westview Press, Boulder, Colorado, USA. pp. 6-27.
- Olivera Y., Machado R. y Fung C. 2008. Colecta de leguminosas forrajeras en tres provincias orientales de Cuba. Pastos y Forrajes, Vol. 31, No. 1. pp. 25-34.
- Peralta A., Schultze-Kraft R., Martínez J.M., Aguirre J.F., Amaya H.S y Enríquez J. 1987. Recolección de leguminosas forrajeras nativas en el trópico de México. Pasturas Tropicales. Vol. 9 No. 1. pp. 21-26.
- Reid R. 1983. Pasture plant collecting in Mexico with emphasis on legumes for dry regions. En: Gorringer R.J. and Pullen R. (Ed.). Australian Plant Introduction Review. Vol. 15 No. 2.
- Schultze-Kraft R. and 't Mannetje. 1993. Evaluation of species and cultivars. Field and laboratory methods for grassland animal production research (Eds. 't Mannetje and R.M. Jones)
- Schultze-Kraft R., Williams W.M. and Keoghán J.M. 1993. Searching for new germoplasm for the year 2000 and beyond. In: Proceedings, XVII International Grassland Congress. New Zealand and Australia. Vol 1. pp. 181-187.
- Wege L., Schultze.Kraft R. y Burgos C. 1998. Recolección de leguminosas forrajeras nativas y distribución natural de Centrosema en Honduras. Agronomía Mesoamericana Vol. 9 No.2. pp. 17-24. ⁵Estudiante de Postgrado.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE POBLACIONES DE *Leptochloa dubia* (KUNTH) NEES, NATIVAS DE ZONAS SEMIÁRIDAS DE MÉXICO

MORPHOLOGY CHARACTERIZATION OF *Leptochloa dubia* (Kunth) NATIVE POPULATIONS FROM MEXICAN ARID AREAS

Garduño, S. V.¹, Quero, C. A. R.², Rodríguez, H. R.³

Universidad Autónoma Chapingo (1) Colegio de Postgraduados,
Campus Montecillo. (2), Universidad Autónoma de Coahuila (3).
santiago432@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue caracterizar la diversidad morfológica de 57 poblaciones de *Leptochloa dubia* colectadas en el centro y norte de México, evaluadas en 2011. Con este propósito, se midieron 17 características cuantitativas en la etapa de floración. Los datos se analizaron análisis de componentes principales (ACP) y conglomerados jerárquicos (CJ). La comparación de medias permitió comprobar la existencia de variabilidad en todas las variables, entre poblaciones y regiones, lo cual fue corroborado con el ACP, ya que el acumulado en los tres primeros componentes alcanzó 95%, el componente uno (CP1) explicó el 49%, CP2 el 36% y CP3 el 11% de la variación total. Las variables más importantes en CP1 fueron longitud de las ramas de la inflorescencia y número de espiguillas por rama, para el CP2 fue rendimiento de forraje y materia seca de tallos. Al aplicar el análisis de CJ, se obtuvieron cuatro grupos contrastantes: G1 con (1) población, G2 (12), G3 (5) y G4 (39) relacionados con su origen geográfico. La caracterización morfológica permitió comprobar que existe enorme variación entre el germoplasma evaluado, con amplio potencial para ser utilizada en programas de mejoramiento.

Palabras clave: *Leptochloa dubia*, caracterización morfológica, componentes principales.

INTRODUCCIÓN

Leptochloa dubia (Kunth) Nees posee buen potencial de producción de biomasa en zonas con escasa precipitación, alto contenido de proteína y excelente digestibilidad (Polk *et al.*, 1976; Pitman, 1980; Jaramillo, 1994). Su distribución geográfica va desde el sur de Estados Unidos hasta Argentina, se ha encontrado desde 100 hasta 3150 msnm (Peñaloza *et al.*, 2002; Snow *et al.*, 2008). Su distribución en diferentes ambientes en México hace suponer que existen diferencias genéticas y morfológicas específicas entre poblaciones, que pueden ser identificadas para la selección a producción y calidad de forraje, rendimiento de semilla y resistencia a condiciones adversas (Rodríguez, 2000).

Para evaluar la diversidad del germoplasma de las plantas de interés agronómico, se pueden emplear descriptores morfológicos, citológicos, bioquímicos y moleculares (Hillis y Moritz, 1990). La caracterización morfológica se realiza mediante descriptores que determinan la variabilidad existente en la población disponible y es uno de los pasos iniciales y de menor costo para dimensionar la diversidad o potencial del germoplasma, para el empleo inmediato o futuro en programas de selección y mejoramiento en especies con interés agronómico (Franco e Hidalgo, 2003). Para que sea eficiente una colecta de germoplasma se debe efectuar en el centro de origen de la especie, que es donde se registra la mayor diversidad natural de la misma, ya que se encuentran todas las formas alélicas para todos los caracteres de la especie evaluada (Calvo *et al.*, 2000; Cubero, 2003). El objetivo fue evaluar y caracterizar la diversidad morfológica de 57 poblaciones de *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees colectadas en zonas semiáridas de México, mediante descriptores morfológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectó semilla de 57 poblaciones nativas de *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees de seis regiones geográficas en nueve estados de la república mexicana en el área de distribución natural de la especie entre los paralelos (19° a 28° N) y 1500 a 2435 msnm; en cada sitio, se colectó semilla de siete plantas diferentes y estas fueron consideradas como una población. Se trasplantaron siete plantas diferentes por población en macetas de plástico de 18 L de capacidad, utilizando como sustrato tierra común, estas se acomodaron en hileras con una separación de 60 cm y 30 cm entre macetas.

La evaluación morfológica se realizó cuando las plantas llegaron a su fase reproductiva, se realizó utilizando 17 descriptores, que son utilizadas por la mayoría de autores para la descripción morfológica; de caracteres cuantitativos ligados a la morfología vegetativa y reproductiva (Wouw *et al.*, 1999). El experimento fue realizado en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, del 24 junio al 5 de agosto del 2011, durante este periodo la precipitación acumulada fue 230 mm, temperatura mínima 16.6 °C y máxima de 23.1 °C. Todos los descriptores morfológicos se evaluaron con tres repeticiones para cada genotipo.

Se utilizó el análisis de componentes principales para determinar atributos relevantes a los genotipos, calculándose los autovalores, autovectores de las variables en cada componente principal. Para visualizar el agrupamiento de los genotipos y variables, se realizó la representación biplot, en base a dos componentes principales y análisis de conglomerados jerárquicos. Los datos se analizaron con el programa estadístico (infostat, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cinco componentes principales explicaron 100% de la varianza total (Cuadro 1); el primer componente principal (CP1) es el más importante, su autovalor fue 8.26, explicó 49% de la varianza total; el segundo componente principal (CP2) con un autovalor de 6.13, explicó 36%; tercer componente (CP3) tuvo un autovalor de 1.8, solo estos tres primeros componentes se consideraron para el análisis, dado que los autovalores fueron superiores a uno. La varianza que contiene cada CP resultante, es explicada por autovectores de cada variable (Rencher, 2002).

Cuadro 1. Componentes principales resultantes de la matriz de correlación de 17 variables morfológicas de 57 poblaciones de *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees, evaluadas en Texcoco, Edo. de México.

Componentes principales	Valor	Diferencia	Proporción	Acumulada
1	8.26	2.13	0.49	0.49
2	6.13	4.33	0.36	0.85
3	1.80	1.36	0.11	0.95
4	0.44	0.06	0.03	0.98
5	0.38	0.38	0.02	1.00

El Componente Principal (CP1) y Componente Principal (CP2) en su conjunto explicaron el 85% de la varianza total. Las variables más importantes del CP1 fueron las relacionadas con inflorescencia, entre las que se encuentran longitud del raquis, de inflorescencia, número de ramas por inflorescencia, número de espiguillas por rama, longitud de inflorescencia, longitud de ramas de

inflorescencia y densidad de tallos. Para CP2 las variables más importantes fueron aquellas relacionadas con producción de forraje; entre ellas, altura de planta, diámetro basal y parte media de tallo, ancho de lámina de hoja central, materia seca de tallos, MS de inflorescencias y rendimiento de forraje (Cuadro 2).

Morris (2009), encontró algo similar al realizar análisis de componentes principales a 19 accesiones de *Clitoria ternatea* L., para ocho características morfológicas y fenológicas, encontró que los primeros cuatro componentes explican el 91.1% de la variación total; para el primer componente las variables que más contribuyeron fueron ramificación y días a inicio de floración; para el segundo las variables más importantes fueron número y peso de semillas y para el tercer componente, días a floración y días a 50% de madurez.

Cuadro 2. Autovectores característicos de las variables de mayor valor descriptivo para cada variable original, respecto a su componente principal, de 57 poblaciones de *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees.

VARIABLES	CP1	CP2
Altura de plantas	0.22	0.31
Densidad de tallos	-0.33	0.01
Diámetro de tallo en la base	0.18	0.33
Diámetro de tallo en la parte media	0.19	0.33
Ancho de la lámina de la hoja central	0.05	0.25
Longitud de la lámina de la hoja central	-0.24	-0.14
Longitud de inflorescencia	0.27	-0.18
Longitud del raquis de inflorescencia	0.32	0.07
Número de ramas por inflorescencia	0.32	-0.09
Número de espiguillas por rama	0.33	-0.13
Longitud de las ramas de la inflorescencia	0.33	-0.33
Longitud del pedicelo	-0.10	0.30
Materia seca de hojas	-0.26	0.26
Materia seca de tallos	0.14	0.33
Materia seca de inflorescencia	-0.13	0.36
Rendimiento de forraje	-0.07	0.39
Relación hoja:tallo	-0.33	0.02

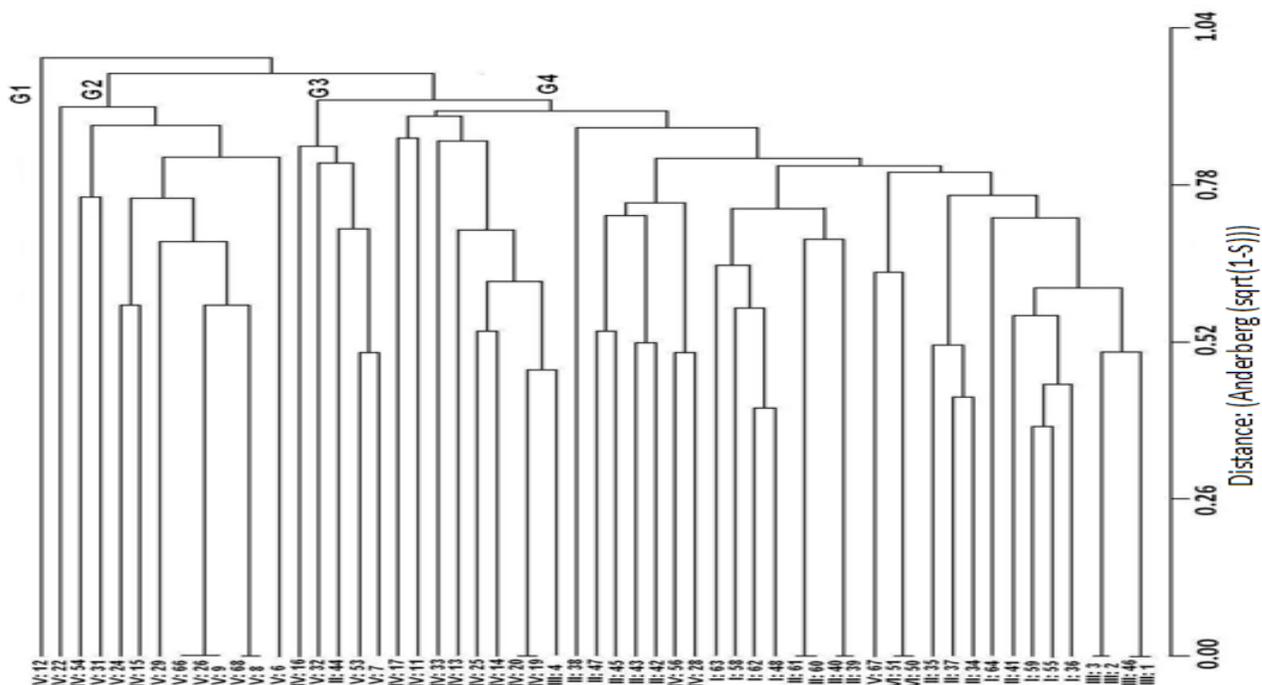
Análisis de Conglomerados Jerárquicos. Para el análisis de Conglomerados Jerárquicos (Figura 1) se seleccionó con las distancias Mahalanovis por tener la correlación cofenética más alta ($R^2=0.973$; Di Rienzo *et al.*, 2008), los grupos están integrados por seis regiones geográficas en donde fueron colectadas las poblaciones: el grupo uno, se formó por las dos poblaciones provenientes de la Sierra de Órganos, fue el más alejado de todos; ésto, debido a que su origen geográfico es el más distante de todos, se encuentra en los límites de los estados de Zacatecas y Durango, se caracterizaron por presentar inflorescencias de mayor tamaño y bajo rendimiento de forraje (180 g MS m^{-2}) en comparación con las regiones I, II, III, IV, V que tuvieron un rango de 184 a 252 g MS m^{-2} . El grupo dos, formado por poblaciones colectadas en las Llanuras de Ojuelos y Altiplano, se caracterizaron por presentar la menor altura de planta: 84.5 cm, la mayor densidad de tallos: $2170 \text{ tallos m}^{-2}$ y producción media de forraje: 194 g MS m^{-2} y el grupo tres, integrado por poblaciones del Valle de México, Valle del Mezquital y Altos de Guanajuato, son las poblaciones que presentaron mayor altura de planta (94 cm), densidad de tallos ($1951 \text{ tallos m}^{-2}$) y mayor producción de forraje (231 g MS m^{-2} , en promedio). Esto es similar a lo encontrado por Ribero (2009), evaluó la diversidad morfológica de 97 ecotipos de *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees en el estado de Chihuahua, se formaron 5 grupos principales, las variables de mayor peso, en la

formación de estos grupos fueron rendimiento de forraje, altura de forraje y altura de planta, el grupo uno se integró por 13 ecotipos provenientes principalmente de Rivera Palacios, Aldama, Valle de Zaragoza, Ojinaga, Casas Grandes y Guerrero, grupo dos por 12 ecotipos provenientes de Riva Palacios, Namiquipa, Parral, Bachínova, Guerrero, Chihuahua y Allende, grupo tres 18 ecotipos recolectados en Satevó, Chihuahua, Ojinaga, Camargo, Janos y Parral, grupo cuatro 38 ecotipos originarios de Ahumada, Satevó, Chihuahua, Namiquipa, Janos y Ojinaga, y grupo cinco 16 ecotipos provenientes de Satevó, Chihuahua, Janos, Namiquipa, Buenaventura, Rosales, Ojinaga y Parral, sin embargo no se observó una tendencia de agrupamiento por municipios en donde se colectó el material.

CONCLUSIONES

Existe alta variación morfológica entre poblaciones de *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees, colectadas en regiones templadas semiáridas del centro y norte de México. La agrupación por regiones, detectó poblaciones del Valle de México, Guanajuato y Valle del Mezquital con características morfológicas sobresalientes y alto rendimiento de forraje, que pueden ser utilizados en programas de mejoramiento y las poblaciones que presentaron menor rendimiento de forraje fueron las originarias del Altiplano y Sierra de Órganos

Figura 1. Análisis de Conglomerados Jerárquicos resultante del análisis de atributos morfológicos, para 57 poblaciones de *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees, agrupados por región geográfica de origen y población.



AGRADECIMIENTOS. A las Línea Prioritaria de Investigación 11 (LPI-11) y 16 (LPI-16) del Fideicomiso para la Investigación del Colegio de Postgraduados, por el apoyo financiero para el desarrollo de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Calvo, S.J.F., Esteve, M.A., López, F.B., 2000. Biodiversidad: contribución a su conocimiento y conservación en la Región de Murcia. Universidad de Murcia, Instituto del Agua y del Medio Ambiente. España. 333 p.
- Cubero, J.I., 2003. Introducción a la mejora genética vegetal. Ed. Mundi-Prensa. Segunda Edición. Madrid, España. 569 p.
- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. González, M. Tablada, y C. W. Robledo. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 336 p.
- Franco, T.L, Hidalgo, R., 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. FRANCO, T. L.; HIDALGO, R. (eds.). Boletín Técnico Núm. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- Hillis, D.M., Moritz, C., 1990. An overview of applications of molecular systematics. In: Molecular systematics (ed. D. M. Hillis and C. Moritz). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. pp: 1-11.
- Info Stat. Manual del usuario. Ed. Brujas. Córdoba, Argentina. 2008. 336 p.
- Jaramillo, V., 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas de las zonas áridas y semiáridas de México. Comisión Técnica Consultiva de Coeficientes de Agostaderos (COTECOCA). Subsecretaría de Ganadería. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). México, D. F. 40 p.
- Morris, J.B., 2009. Characterization of butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) accessions for morphology, phenology, reproduction and potential nutraceutical, pharmaceutical trait utilization. Genet Resour Crop Evol. 56:421-427.
- Peñaloza, J.G., Peterson, P.M., Gilardo, D.C., 2002. Los géneros *Eragrostis* y *Leptochloa* (Poaceae: Cynodonteae) en Colombia. Hickenia 3. 35:133-141.
- Pitman, W., 1980. Relationships between seasonal forage quality patterns and structural carbohydrates of warm-season grasses and environmental factors. Thesis of Doctor of Philosophy. Texas A&M University. 97 p.
- Polk, D.B., Scifres, C.J., Mutz, J.L., 1976. Establishment, production, and protein content of four grasses in South Texas. J Range Manage. 29:240-244.
- Rencher, A.C., 2002. Methods of multivariate analysis. Second Edition. Wiley-Interscience. USA. 708 p.
- Rivero, H. O. 2009. Diversidad morfológica de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. y *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees en el estado de Chihuahua. Tesis de Maestría en Ciencias en Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. 49 p.
- Rodríguez, C.B., 2000. Gramíneas características y claves. Universidad Autónoma Chapingo. México. 214 p.
- Snow, N., Peterson P.M., Giraldo, D.C., 2008. *Leptochloa* (Poaceae: Chloridoideae) in Colombia. J Bot Res Inst Texas. 2:86-874.
- Wouw, V.M., Hanson, J., Nokoe, S., 1999. Observation strategies for morphological characterization of forages. Genet Resour Crop Evol. 46:63-71.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL POTENCIAL DE *Quercus* spp. Y *Pinus* spp. EN EL PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MAJALCA USANDO IMÁGENES DE SATELITE LANDSAT.

POTENCIAL SPATIAL DISTRUBITION OF *Quercus* spp. AND *Pinus* spp. IN THE CUMBRES DE MAJALCA NATIONAL PARK USING LANDSAT SATELLITE IMAGERY.

Héctor García Portillo¹, Rey Manuel Quintana Martínez², Carmelo Pinedo Álvarez², José Roberto Espinoza Prieto², Eduardo Santellano Estrada², Oscar Ruiz Barrera²

¹Estudiante, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua.

²Catedrático, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue caracterizar la distribución espacial potencial de las comunidades de encino y pino mediante datos de campo, imágenes de satélite, así como generar mapas de distribución espacial potencial de las comunidades de encino y pino y comparar los mapas de distribución espacial potencial generados entre dos fechas distintas (1999 – 2009). El área de estudio fue el Parque Nacional “Cumbres de Majalca” con una superficie decretada de 4,772 has, realizándose la recolección de datos de campo en junio y julio del 2000, los cuales fueron contrastados con los datos de sub escenas de las imágenes de satélite tomadas por Landsat5 TM en 1999 y 2009, realizándose los procesos de corrección atmosférica y geométrica y la recolección los valores de reflectancia, se distribuyeron 61 sitios de muestreo aleatorio para la colecta de datos de campo con una superficie de 1/10 de ha. bajo el método de la parcela de dimensión fija con el árbol dominante como centro de la parcela. La corrección geométrica tuvo como resultado un error cuadrático medio (RMSE) de 0.83 de pixel, durante esta corrección se seleccionó el método de interpolación del vecino más cercano, se realizó un mapa derivado por el método supervisado identificó la distribución espacial y temporal de la vegetación en las imágenes de los dos diferentes años con observaciones de cambios de uso de suelo atribuidos principalmente deterioro ambiental.

Palabras clave: distribución espacial, imagen de satélite, Landsat, uso de suelo.

INTRODUCCIÓN

La gran importancia de los ecosistemas forestales es conocida no solo como superficie dedicada a la producción de madera y sus derivados, sino también como un ecosistema con valores ecológicos realmente importantes, el Parque Nacional Cumbres de Majalca, representa un área de control y mantenimiento del equilibrio ecológico con la conservación de especies arbóreas, así como también un área de recreación, enclavado dentro de tres zonas hidrológicas de gran importancia en la recarga de mantos acuíferos de la Ciudad de Chihuahua, de ahí la necesidad de conservación de estas áreas para la estabilidad hidrológica de la región.

En este contexto, los ecosistemas forestales necesitan de técnicas en las cuales no solo le permitan mantener su producción si no incrementarla, así que estas necesidades dependerán directamente de la capacitación técnica del manejador y de la calidad de información que se maneje, El presente estudio tiene como objetivo el caracterizar la distribución espacial Potencial de las comunidades de encino (*Quercus*spp.) y pino (*Pinus*spp.) Mediante datos de campo y imágenes de satélite, así como comparar los mapas de distribución espacial potencial generados entre dos fechas distintas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprendió el Parque Nacional “Cumbres de Majalca” el cual se encuentra enclavado en la Sierra Madre Occidental, al Noreste del municipio de Chihuahua, con una altitud promedio de 2,090 msnm, una superficie decretada de 4,772 has (UACH, 1990), realizándose la colecta de datos de campo en los meses de junio y julio del año 2000, la topografía del terreno es de laderas, cerriles y lomeríos altos quebrados con frecuentes áreas escarpadas e inaccesibles al ganado, límites altitudinales entre 1800 a 2400 msnm, clima seco templado, la temperatura media anual entre 12 a 16° c y la precipitación pluvial de 400 mm anuales (García, 1973), la vegetación está constituida por las siguientes 7 unidades vegetales, según el plan de manejo del Parque Nacional Cumbres de Majalca (CONANP, 2011); Bosque de encino, Bosque de encino – pino, Bosque de pino – encino, Bosque de pino, Chaparral, Pastizal amacollado abierto y Área sembrada con pino.



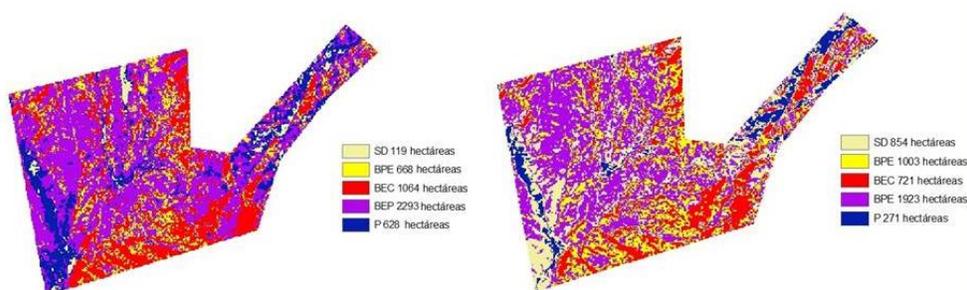
Localización del área de estudio el Parque Nacional Cumbres de Majalca.

Fuentes de datos. En el desarrollo de este estudio se utilizaron tres fuentes principales de datos; drossubescenas de 520 columnas por 400 renglones de las imágenes de satélite tomadas por Landsat5 TM de 1999 y 2009 de fechas similares, por último tenemos a los datos de campo los cuales los obtuvimos a través de las visitas a los sitios de muestreo (cobertura aérea) para los géneros *Quercus* y *Pinus*.

Preparación de la Imagen de Satélite. Para el presente estudio se utilizaron técnicas convencionales para compensar errores sistemáticos ocurridos durante el proceso de adquisición de las imágenes, a través del programa IDRISI Kilimanjaro; corrección atmosférica, corrección geométrica, selección de bandas y adquisición de valores de reflectancia. La imagen desplegó la ubicación de los sitios, se ubicaron en terreno para la colecta de datos de campo, los cuales se relacionaron mediante un proceso de correlación con los valores promedio de reflectancia extraídos de las imágenes de sus coordenadas correspondientes a los sitios de muestreo, auxiliados con un Sistema de Posicionamiento Global, cartas topográficas INEGI (1996) con escala 1:50000 para aspectos de localización. Datos de campo. Los sitios de muestreo tuvieron una superficie de 1/10 de Ha bajo el método de la parcela de dimensión fija (González y Medina, 1977). Utilizando el árbol dominante como centro de la parcela, en el cual se determinó la densidad en base a conteo por especie de los individuos del estrato arbóreo existentes dentro de la parcela y la composición botánica del sitio, la cobertura aérea del estrato arbustivo fue medida en base a una línea de puntos de contacto modificada de Cantfield descrita por Pieper (1973), con una longitud de 30 m consistente en trazar una línea como transecto y medir la intercepción de cada especie sobre la línea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Procesamiento de imagen. El re muestreo geométrico arrojó un error cuadrático medio (RMSE) de 0.83 de pixel y tomando como base que el tamaño del pixel es de 25 m tenemos un valor estimado de 20.77 m de error, tomando en cuenta de que se trata de una escena de 520 columnas y 400 renglones lo cual resulto un desplazamiento de 0.15 % en la coordenada x y un 0.20 % en la coordenada y el método de interpolación del vecino más cercano otorgó a cada pixel de la imagen corregida el valor radiométrico del pixel más cercano de la imagen original (Serra, et al, 2010) con el fin de retener los valores de brillantez. Análisis estadístico. Teniendo toda la información corregida y cortada correctamente se inició la adquisición de los valores espectrales de las diferentes bandas e imágenes compuestas seleccionadas, a través de ventanas de 3 x 3 pixeles, los cuales se promediaron y se contrastaron con la información obtenida en campo a través del programa SAS® v.9.1.3 por medio del procedimiento *Stepwise* del que se generaron los modelos de predicción a través de una selección de variables paso a paso, lo que representa la ventaja de considerar las variables explicativas que contribuyen significativamente a la explicación de la variable de interés (Silva y Ramírez, 2006). Se realizó una clasificación supervisada, mostrando como resultado la imagen del año 1999 (izquierda) y la imagen del 2009 (derecha) donde se muestra la misma área con la distribución de la vegetación en el año correspondiente, en donde podremos observar el cambio del uso de suelo en la vegetación del Parque Nacional Cumbres de Majalca. El cambio en la vegetación es un síntoma de la conjunción de diversos fenómenos los cuales pueden ser biológicos, físicos o antropológicos, estos se presentan en forma acumulativa y por lo tanto llegan a ser poseedores de una gran importancia para el manejo de la vegetación misma, esta tiene una resistencia a los fenómenos antes mencionados, sin embargo se debe considerar que cuando la presencia de dichos fenómenos es muy frecuente puede tener la capacidad de provocar cambios dramáticos principalmente en zonas vulnerables, es preciso que las personas que se encargan de dirigir este tipo de zonas, consideren estos cambios como una variable más en el proceso de implementación de estrategias para el mejoramiento en el manejo.



Clasificación de las unidades de paisaje para el Parque Nacional Cumbres de Majalca de la Imagen de 1999 (izquierda) y 2009 (derecha).

Comparación del uso de suelo por unidades vegetales entre 1999 y 2009 expresado en hectáreas

Unidad Vegetal	1999	2009
Suelo Desnudo (Sd)	119	854
Bosque De Pino – Encino (Bpe)	668	1003
Bosque De Encino – Chaparral (Bec)	1064	721
Bosque De Encino – Pino (Bep)	2293	1923
Pastizal (P)	628	271

El cambio de uso de suelo ha sido reconocido como una de las principales causas de deterioro ambiental (Nájera et al., 2010), este deterioro tiene influencia en los procesos naturales como recarga de acuíferos, escurrimiento superficial, pérdida de suelo, entre otros de ahí la importancia de su estudio (Trucíos et al., 2011). En el cuadro se muestra el cambio de uso de suelo expresado en hectáreas del Parque Nacional Cumbres de Majalca entre los años 1999 y 2009, encontrándose

un cambio significativo en las unidades vegetativas de suelo desnudo, bosque de pino - encino, bosque de encino – chaparral, bosque de encino – pino y pastizal, las principales causas de este deterioro es el uso intensivo, permanente, desordenado y altamente impactante de motocicletas tanto de residentes como de visitantes, pastoreo y pisoteo del ganado suelto en el Parque Nacional, la remoción, destrucción y colecta de plantas ornamentales y la extracción de leña, los incendios forestales provocados por los que dejan mal apagadas sus fogatas o las hacen en lugares prohibidos (Mendoza, 2012), provocando la propagación de incendios forestales puede imponer una amenaza contra la cobertura natural de la tierra (Erten et al. 2004).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el caso particular de esta investigación se generaron modelos predictivos los cuales se seleccionaron por su nivel de correlación, que proveen información precisa del estado actual de las unidades vegetativas y los datos digitales que tienen un error en la corrección geométrica aceptable para los fines del estudio. El cambio de uso de suelo en el predio del Parque Nacional Cumbres de Majalca, lo cual es causa de un deterioro ambiental provocado por factores climáticos o antropogénicos como de manejo del predio o ausencia del mismo, la pérdida de bosque se relaciona con la variable fragilidad ecológica la cual es provocada por los asentamientos cercanos, por lo tanto se recomienda continuar haciendo estudios de investigación similar, desarrollar investigaciones donde se generen modelos con diferentes variables en áreas con un manejo forestal de producción con el fin de crear una base de datos que sea de utilidad en la toma de decisiones en el manejo del bosque.

LITERATURA CITADA

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Universidad Autónoma de Chihuahua. (2011) Parque Nacional Cumbres de Majalca, Programa de manejo. Chihuahua Chih. México.
- Eastman, J R. (2003) IDRISI Kilimanjaro Guide to GIS and Image Processing. Manual Version 14.00. Clark University. Worcester, Massachusetts, USA.
- Erten E, V Kurgun y N Musaoglu. (2004) Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS a case study. Página 33 en XXth ISPRS Congress Youth Forum. Estambul, Turquía.
- García, E (1973) Modificación al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía. UNAM. 2ª ed. 246 p.
- González, M y R Medina. (1977) Instructivo para la toma de datos como muestreo. En: Memoria de la cuarta reunión nacional sobre inventario forestal continuo. División General del Inventario Nacional Forestal-SFF-SARH. 33:284.
- INEGI. (1996) Carta topográfica. Esc. 1:50000. Aguascalientes, México.
- Mendoza, P M R. (2012) Sociedad, Valores y Conservación en el Parque Nacional Cumbres de Majalca. Universidad Autónoma de Chihuahua. http://www.uach.mx/noticias/2012/02/28/cumbres_majalca_valores/ Consultado Jul. 14, 2012
- Nájera G O, J L Bojórquez S, J L Cifuentes L y S Marcelleño F (2010) Cambio de la cobertura y uso de suelo en la cuenca del río Mololoa, Nayarit. Biociencias 1:19-29.
- Pieper, R D. (1973) Técnicas de Medición Para Vegetación Herbácea y Arbustiva. Las Cruces, Nuevo México. 1a. ed. 199 p.
- SAS Institute Inc. (2006) SAS User Guide, Versión 9.1.3. 2a ed. SAS Institute Inc. Cary, NC. EU.
- Serra, P, G. Moré y X Pons. (2010) Influencia del tamaño del pixel y del método de interpolación durante la georreferenciación de imágenes de satélite. Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al Servicio de los Ciudadanos. Secretariado de publicaciones. Universidad de Sevilla.
- Silva, S C V y A Ramírez. (2006) Análisis de los factores que influyen en el éxito de la transferencia tecnológica desde los institutos tecnológicos a las PYMES: Los casos de España y Brasil. J. Technology Management and Innovation. 1:57-70.

Trucíos, C R J, Estrada A J, Cerano P y M. Rivera G. (2011) Interpretación del cambio en vegetación y uso de suelo. *Terra latinoamericana* 29:359-367.
Universidad Autónoma de Chihuahua. (1990) Parque Nacional Cumbres de Majalca, Diagnostico, Programa de manejo y desarrollo. Chihuahua Chih. México.

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y TASAS DE CRECIMIENTO EN CINCO ESPECIES DE *Tripsacum*

AGRONOMIC PERFORMANCE AND GROWTH RATES OF FIVE *Tripsacum* SPECIES

José Francisco Villanueva Avalos*¹, Filiberto Herrera Cedano¹,
Jesus Alberto Cárdenas Sánchez¹ y J. Vidal Rubio Ceja¹

INIFAP - Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Km. 6 Entronque Carr. Intnal. México-Nogales.
Apdo. Postal 100. Santiago Ixcuintla, Nayarit C.P. 63300. villanueva.francisco@inifap.gob.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico y tasas de crecimiento de *Tripsacum* spp., se condujo un estudio en Nayarit, México, en clima tropical Aw₂. Los tratamientos consistieron en cinco especies de pasto *Tripsacum*: *T. dactyloides* (*Trda*), *T. floridanum*, (*Trfl*), *T. lanceolatum* (*Trla*), *T. laxum* (*Trlx*) y *T. maizar* (*Trma*), cosechados en dos épocas de verano (V₁ y V₂; dos cortes en elongación de tallos) y tres de sequía (S₁, S₂ y S₃; en junio). Se utilizaron parcelas de cinco plantas en hilera con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta (cm), cobertura basal (CB, cm²), tasas de crecimiento (TC, g MS pl⁻¹ día⁻¹) y producción de forraje (t MS ha⁻¹). Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 5X5 y pruebas de DMS. Los resultados indican un efecto (P<0.01) de la especie, la época y su interacción en todas las variables evaluadas. La mayor (P<0.01) altura se observó en *Trda*, *Trla* y *Trlx* en V₁ y V₂, fluctuando desde 191 a 251 cm. CB se incrementó (P<0.01) de 0.114 a 0.419 m² a través del tiempo, sobresaliendo (P<0.01) *Trda*, *Trla* y *Trma* con 0.343, 0.334 y 0.319 m², respectivamente. TC fluctuó (P<0.01) desde 1 g pl⁻¹ día⁻¹ en *Trda* hasta 136 g MS pl⁻¹ día⁻¹ en *Trma* en sequía y verano, respectivamente. La producción de forraje fluctuó (P<0.01) desde 1.24 a 14.82 t MS ha⁻¹ para las diferentes épocas de sequía, mientras que en verano ésta fluctuó (P<0.01) desde 11.02 a 55.35 t MS ha⁻¹ para *Trfl* y *Trma*, respectivamente. Tanto en S como en V, las especies con mayor productividad (P<0.01) fueron *Trda*, *Trla* y *Trlx* con un promedio de 17.82, 20.03 y 19.70 t MS ha⁻¹, respectivamente. En conclusión, *Trda*, *Trla* y *Trlx* pueden utilizarse en los sistemas de producción de carne y leche bajo condiciones de pastoreo en áreas tropicales.

Palabras Clave: Trópico, Forraje, *Tripsacum*, Crecimiento.

ABSTRACT

In order to evaluate the agronomic performance and growth rates of *Tripsacum* spp., a study was conducted in Nayarit, México, under tropical conditions Aw₂. The treatments consisted of five *Tripsacum* grass species: *T. dactyloides* (*Trda*), *T. floridanum*, (*Trfl*), *T. lanceolatum* (*Trla*), *T. laxum* (*Trlx*), and *T. maizar* (*Trma*), harvested in two summer seasons (V₁ and V₂, two harvests on stem elongation) and three in drought seasons (S₁, S₂, and S₃, in June). Experimental plots with five plants in a row with three replications were used. The variables evaluated were: plant height (cm), basal cover (BC, cm²), growth rates (GR, g DM pl⁻¹ day⁻¹), and forage production (t DM ha⁻¹). A completely randomized design with factorial 5X5 arrangement and LSD tests were used. The results indicate an effect (P<0.01) of the species, seasons, and their interaction on all evaluated variables. The higher height (P<0.01) was observed in *Trda*, *Trla*, and *Trlx* in V₁ and V₂, ranging from 191-251 cm. BC was increased (P<0.01) of 0.114 - 0.419 m² over the time, outstanding (P<0.01) *Trda*, *Trla*, and *Trma* with an average of 0.343, 0.334, and 0.319 m², respectively. GR fluctuated (P<0.01) from 1 g pl⁻¹ day⁻¹ in *Trda* to 136 g DM pl⁻¹ day⁻¹ in *Trma* in drought and summer, respectively. Forage production varied (P<0.01) from 1.24 to 14.82 t DM ha⁻¹ among drought seasons, while in summer times forage production fluctuated (P<0.01) from 11.02 to 55.35 t DM ha⁻¹ for *Trfl* and *Trma*, respectively. The most productive species (P<0.01) in S and V were

Trda, *Trla*, and *Trlx* with an average of 17.82, 20.03, and 19.70 t DM ha⁻¹, respectively. In conclusion: *Trda*, *Trla*, and *Trlx* can be used in systems for meat and milk production under grazing conditions in tropical areas.

Key Words: Tropic, Forage, *Tripsacum*, growth.

INTRODUCCION

Tripsacum spp. es un género monoico exclusivo del Nuevo Mundo (González y Vera, 2012), comúnmente conocido como Maicillo o pasto Guatemala; es considerado un género hermano del género *Zea* y junto con el Teosintle *Zea mays* ssp. mexicana (antes *Euchlaena mexicana*), han sido históricamente vinculadas al maíz (Vidal *et al.*, 2010). El género incluye cerca de 20 taxas distribuidas desde los Estados Unidos de Norteamérica hasta Paraguay (de Wet *et al.*, 1983), 12 de las cuales se concentran en Guatemala y México, considerados los centros de origen de la diversidad genética del género (Zuloaga *et al.*, 2003). En México, *Tripsacum* spp. ocupa un amplio rango de distribución y adaptación y a excepción de Baja California, Yucatán y Quintana Roo, ha sido reportado en todas las entidades federativas, donde prácticamente se encuentra toda la variación del género y varias especies endémicas del territorio (González, 2007).

Estos recursos nativos representan una fuente de genes para la generación de nuevas variedades con características sobresalientes de adaptación y productividad bajo diferentes condiciones ecobiológicas, además de que por amplitud ecológica, rusticidad, altos rendimientos y calidad del forraje representan una fuente natural de forraje para fauna silvestre y animales domésticos (Springer y Dowald, 2004). En México, *Tripsacum* spp. representa una alternativa viable para incrementar la producción animal a menor costo; sin embargo, aunque se desconoce su productividad forrajera y cualidades nutricionales, éste se ha venido utilizando empíricamente desde tiempos remotos. Los resultados experimentales sobre producción de forraje son escasos en *Tripsacum* spp. y éstos se restringen a *T. dactyloides* en la mayoría de los casos. Por ejemplo, Tharel (2000) observó en Arizona (con 68 mm de precipitación anual) una producción de forraje de 0.597 t MS ha⁻¹ en *Trda* cv "Pete", misma que se incrementó un 173% con la adición de 9.9 t ha⁻¹ de pollinaza. Por otro lado, Edwards (2000), observó en Mississippi rendimientos de 1.47 y 1.65 t MS ha⁻¹, con defoliaciones cada 30 y 45 días, respectivamente. Asimismo, Douglas *et al.* (2000) observaron que el rendimiento promedio de 13 accesiones de *T. dactyloides* durante tres años en cinco localidades de Estados Unidos (FL, MS, TX, AR y GA) fluctuó desde 0.470 a 1.65 t MS ha⁻¹, mismas que puede incrementarse hasta en un 100% con la aplicación de 250 kg N ha⁻¹ (Brakie *et al.*, 2000). En zonas subtropicales, Quero (1993) menciona que es posible obtener de 8.9 a 16.4 t MS ha⁻¹ en poblaciones de *T. dactyloides* y *T. andersonii* (sinónimo de *T. laxum*), respectivamente, rendimientos que pueden incrementarse a 20-40 t MS ha⁻¹ en poblaciones bien establecidas y fertilizadas bajo óptimas condiciones de crecimiento (Rodríguez, 2012). En base a lo anterior, se llevó a cabo el presente estudio con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico y tasas de crecimiento en cinco especies de *Tripsacum* expuestas a defoliaciones sucesivas en épocas alternas de sequía y verano, respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el S. E. "El Verdineño" – INIFAP en la parte central de Nayarit, a una altitud promedio de 40 msnm; el clima es tropical subhúmedo Aw₂, con una precipitación de 1,201 mm y una temperatura media anual de 24° C; la época de secas fluctúa de siete a ocho meses al año (SEMAN, 2007). Los tratamientos evaluados consistieron en cinco especies nativas del pasto *Tripsacum*: *T. dactyloides* (*Trda*), *T. floridanum*, (*Trfl*), *T. lanceolatum* (*Trla*), *T. laxum* (*Trlx*) y *T. maizar* (*Trma*), cosechados en dos épocas de verano (V₁ y V₂; dos cortes en elongación de tallos cada verano) y tres de sequía (S₁, S₂ y S₃; un corte en junio). Se utilizaron parcelas fertilizadas (150-60.00) en hileras de 6 m con cinco plantas cada una. El corte se realizó a 25 cm del ras del suelo cada 61 y 236 días en verano y sequía, respectivamente. Las muestras de forraje fueron

secadas a 55°C hasta peso constante. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta (cm), cobertura basal (CB, cm²), tasas de crecimiento (TC, g MS pl⁻¹ día⁻¹) y producción de forraje (t MS ha⁻¹). La información se sometió a un análisis de varianza mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial 5X5 con tres repeticiones y pruebas de diferencia mínima significativa (Steel y Torrie, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican un efecto ($P < 0.01$) de la especie, la época y su interacción en todas las variables evaluadas. La mayor ($P < 0.01$) altura se observó en *Trda*, *Trla* y *Trlx* en V_1 y V_2 , fluctuando desde 191 a 251 cm. CB se incrementó ($P < 0.01$) de 0.114 a 0.419 m² a través del tiempo, sobresaliendo ($P < 0.01$) *Trda*, *Trla* y *Trma* con un promedio de 0.343, 0.334 y 0.319 m², respectivamente. TC fluctuó ($P < 0.01$) desde 1 g pl⁻¹ día⁻¹ en *Trda* hasta 136 g MS pl⁻¹ día⁻¹ en *Trma* en sequía y verano, respectivamente. La producción de forraje fluctuó ($P < 0.01$) desde 1.24 a 14.82 t MS ha⁻¹ para las diferentes épocas de sequía, mientras que en verano ésta fluctuó ($P < 0.01$) desde 11.02 a 55.35 t MS ha⁻¹, para *Trfl* y *Trma*, respectivamente. Tanto en S como en V, las especies con mayor productividad ($P < 0.01$) fueron *Trda*, *Trla* y *Trlx* con un promedio de 17.82, 20.03 y 19.70 t MS ha⁻¹, respectivamente. Los rendimientos de forraje obtenidos en el presente estudio coinciden, e inclusive superan, a los rendimientos reportados por Quero (1993) y Rodríguez (2012) para poblaciones nativas de *Tripsacum* spp. bien establecidas y con un manejo adecuado en áreas tropicales.

CONCLUSIONES

El comportamiento agronómico y productivo de *Trda*, *Trla* y *Trlx* durante las cinco épocas evaluadas, sugiere que estos recursos forrajeros nativos pueden utilizarse en los sistemas de producción de carne y leche bajo condiciones de pastoreo en áreas tropicales; sin embargo, se requiere reforzar estos resultados con estudios de morfología forrajera y valor nutritivo de las especies estudiadas.

Cuadro 1. Comportamiento agronomico, tasas de crecimiento y rendimiento de forraje de cinco especies de *Tripsacum*

Especie	Época de Crecimiento									
	S ₁	V ₁	S ₂	V ₂	S ₃	Promedio				
Altura de la planta (cm)										
<i>Trda</i>	96 ^{Cd}	251 ^{Aa}	152 ^{Ac}	209 ^{Ab}	97 ^{Ad}	161 ^A				
<i>Trfl</i>	162 ^{Aa}	154 ^{Ca}	103 ^{Cb}	157 ^{Ba}	90 ^{Abb}	133 ^C				
<i>Trla</i>	154 ^{Ab}	188 ^{Ba}	133 ^{Bc}	199 ^{Aa}	105 ^{Ad}	156 ^{AB}				
<i>Trlx</i>	153 ^{Ab}	192 ^{Ba}	121 ^{Bc}	209 ^{Aa}	106 ^{Ac}	156 ^{AB}				
<i>Trma</i>	126 ^{Bc}	248 ^{Ab}	112 ^{Cc}	192 ^{Aa}	76 ^{Bd}	151 ^B				
Promedio	138 ^C	207 ^A	124 ^D	193 ^B	95 ^E					
Cobertura Basal (m ²)										
<i>Trda</i>	0,006 ^{Bc}	0,299 ^{Ab}	0,334 ^{Ab}	0,593 ^{Aa}	0,484 ^{Aa}	0,343 ^A				
<i>Trfl</i>	0,100 ^{Bb}	0,055 ^{Cb}	0,085 ^{Bb}	0,196 ^{Ca}	0,222 ^{Ba}	0,132 ^C				
<i>Trla</i>	0,335 ^{Aab}	0,195 ^{Bb}	0,225 ^{Ab}	0,483 ^{Ba}	0,429 ^{Aa}	0,334 ^A				
<i>Trlx</i>	0,081 ^{Bb}	0,167 ^{Bb}	0,252 ^{Ab}	0,395 ^{Bca}	0,477 ^{Aa}	0,275 ^B				
<i>Trma</i>	0,050 ^{Bd}	0,316 ^{Abc}	0,295 ^{Ac}	0,428 ^{Bab}	0,505 ^{Aa}	0,319 ^{AB}				
Promedio	0,115 ^C	0,207 ^B	0,238 ^B	0,419 ^A	0,423 ^A					
Tasa de Crecimiento (g MS pl ⁻¹ día ⁻¹)										
<i>Trda</i>	1,04 ^{Ab}	100,32 ^{Ba}	5,16 ^{Ab}	92,64 ^{Aa}	1,04 ^{Ab}	40,04 ^A				
<i>Trfl</i>	2,77 ^{Ab}	24,68 ^{Da}	3,09 ^{Ab}	39,82 ^{Ba}	1,34 ^{Ab}	14,34 ^C				
<i>Trla</i>	10,54 ^{Ab}	71,31 ^{Cb}	10,10 ^{Ab}	94,17 ^{Aa}	2,76 ^{Ac}	37,78 ^{AB}				
<i>Trlx</i>	3,39 ^{Ac}	63,58 ^{CDb}	3,81 ^{Ac}	83,52 ^{Aa}	1,98 ^{Ac}	31,25 ^B				
<i>Trma</i>	2,11 ^{Ac}	136,11 ^{Aa}	3,31 ^{Ac}	82,01 ^{Aa}	1,49 ^{Ac}	45,01 ^A				
Promedio	3,97 ^B	79,20 ^A	5,10 ^B	78,43 ^A	1,72 ^B					
Producción de Forraje (Ton MS ha ⁻¹)										
<i>Trda</i>	1,24 ^{Bb}	40,80 ^{Ba}	8,02 ^{ABb}	37,37 ^{Aa}	1,67 ^{Ab}	17,82 ^A				
<i>Trfl</i>	3,30 ^{Bb}	11,02 ^{Da}	4,56 ^{Bab}	14,47 ^{Ba}	2,26 ^{Ab}	7,12 ^C				
<i>Trla</i>	12,58 ^{Ab}	32,09 ^{Ca}	14,82 ^{Ab}	36,10 ^{Aa}	4,54 ^{Ac}	20,03 ^A				
<i>Trlx</i>	4,04 ^{Bc}	25,22 ^{Cb}	6,00 ^{Bc}	33,41 ^{Aa}	3,19 ^{Ac}	14,37 ^B				
<i>Trma</i>	2,52 ^{Bc}	55,35 ^{Aa}	5,15 ^{Bc}	33,08 ^{Ab}	2,39 ^{Ac}	19,70 ^A				
Promedio	4,74 ^{BC}	32,90 ^A	7,71 ^B	30,88 ^A	2,81 ^C					

A,B,C: Literales mayúsculas dentro de columnas indican diferencias (P<.01) entre especies. ^{a,b,c}: Literales minúsculas dentro de reglones indican diferencias (P<.01) entre épocas.

LITERATURA CITADA

- Brakie, MR, Adams FM, and Young JL. (2000). Yield of Eastern Gamagrass Selections as Affected by Clipping Interval and N Rates. Natural Resources Conservation Service. Plant Materials Program Eastern Gamagrass Technology. USDA-NRCS. Coffeerville, Mississippi. pp 57 -60.
- De Wet, JMJ, Brink DE, and Cohen CE. (1983). Systematics of *Tripsacum* section *Fasciculata* (Gramineae). *Amer. J. Bot.* 70 (8): 1139-1146.
- Douglas, JL, Houck MJ, Brakie MR, Tharel LM, Owsley CM, and Pfaff SL. (2000). Yield, Quality and Persistence of 13 Accessions of Eastern Gamagrass. Natural Resources Conservation Service. Plant Materials Program Eastern Gamagrass Technology. USDA-NRCS. Coffeerville, Mississippi. pp 45 -55.
- Edwards, SD. (2000). Clipping Effect on Yield and Quality of Eastern gamagrass, Switchgrass, and Bermudagrass. Natural Resources Conservation Service. Plant Materials Program Eastern Gamagrass Technology. USDA-NRCS. Coffeerville, Mississippi. pp 35 -40.
- González, LM. (2007). Diversidad y distribución del género *Tripsacum* (Poaceae: Tripsacinae) en México. Proyecto CONABIO, 16 p.
- González, LM y Vera CP. (2012). Diversidad y distribución del género *Tripsacum* (Poaceae: Tripsacinae) en México. Univ. Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. FZ011. México, D.F.
- Quero, CA. (1993). Estudio de componentes reproductivos, nivel de ploidía y morfología forrajera en el género *Tripsacum*. Tesis MC. Colegio de Postgraduados. 133 p.
- Rodríguez, MLA. (2012). Composición química y degradabilidad *in situ* de cinco especies de *Tripsacum* spp. Tesis de Licenciatura. Universidad Tecnológica de la Costa. Santiago Ixcuintla, Nayarit. 46 p.
- Sistema Estatal de Monitoreo Agroclimático Nayarit (SEMAN). (2007). Estación Meteorológica: El Verdineño-INIFAP.
- Springer, TL and de Wald CL. (2004). Eastern gamagrass and other *Tripsacum* species. In: LE Moser, BL Burson, and LE Sollenberger (eds.). *Warm-Season (C4) Grasses*. Agronomy Monograph 45. American Society of America, Soil Science Society of America, Madison, WI. pp 955-973.
- Steel, RGD y Torrie JH. (1988). Principios y procedimientos de bioestadística. Mc Graw-Hill. Ed. Interamericana. México, D. F.
- Tharel, LM. (2000). Nutrient Utilization and Dry Matter Production of Eastern Gamagrass, Switchgrass and Old World Bluestem. Natural Resources Conservation Service. Plant Materials Program Eastern Gamagrass Technology. USDA-NRCS. Coffeerville, Mississippi. pp 29 -32.
- Vidal, MV, Herrera CF, Coutiño EB, Sánchez GJ, Ron PJ, Ortega CA y Guerrero HJ. (2010). Identificación y localización de una nueva especie de *Tripsacum* spp. en Nayarit, México. *Rev. Fitotecnia* (Núm. Especial 4): pp 27-30.
- Zuloaga, FO, Morrone O, Davidse G, Filgueiras TS, Peterson PM, Soreng RJ and Judziewicz E (2003). *Catalogue of New World Grasses (Poaceae): II Subfamilies Panicoideae, Aristidoideae, Arundinoideae, and Danthonioideae*. Smithsonian Institution, Washington, D. C.

RECOLECCIÓN DE LEGUMINOSAS DEL GÉNERO *Leucaena* EN EL SUR DE MÉXICO

COLLECTION OF *Leucaena*'s LEGUME IN SOUTHERN MEXICO

Jiménez GR¹, Flores ZM¹, Maldonado MJJ², Enríquez QFJ³, Cano GMA⁴, Hernández HH⁵

¹Campo Experimental Iguala CIR-PACÍFICO SUR INIFAP, ²Campo Experimental Rosario Izapa CIR-PACÍFICO SUR INIFAP, ³Campo Experimental la Posta CIR-GOLFO INIFAP, ⁴CIR-PACÍFICO SUR INIFAP ⁵Centro de Estudios Profesionales, CSAEGRO jimenez.regulo@inifap.gob.mx

RESUMEN

La pérdida de biodiversidad expone a la erosión genética a plantas como las leguminosas; además, la conservación y selección de germoplasma de plantas forrajeras se considera la base para desarrollar praderas con mayor potencial productivo. El objetivo de esta investigación fue recolectar leguminosas del género *Leucaena* en la región Sur de México, específicamente en los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero. Se realizaron seis recorridos de recolección entre el 29 de noviembre del 2012 al 21 de marzo del 2013. En cada sitio de recolección se tomaban datos de latitud, longitud, altitud, tipo de vegetación y suelo; se localizó la planta del género *Leucaena*, y se procedió a tomar muestras de semilla de varias plantas que se guardaban en bolsas de papel. Se recolectaron 39 ecotipos del género *Leucaena*, 20 de los cuales se obtuvieron en el estado de Chiapas, 13 en Oaxaca y 5 en Guerrero. Las principales especies recolectadas fueron: *L. leucocephala* y *L. esculenta*. Este género se recolectó principalmente en suelos regosoles, en cambisoles, rendzinas, feozem y luvisoles; además, el 56% se encontró donde se practica agricultura de temporal y 13% en pastizales cultivados. Las condiciones ambientales donde se recolectó este género son muy variadas, el 64% de los ecotipos se recolectaron en sitios con una precipitación pluvial entre 751 y 1250 mm anuales; asimismo, aproximadamente la mitad de los ecotipos recolectados se encontraron de los 0 a los 500 msnm, el 31% de los 501 a los 1000 msnm. Sin embargo, también es posible localizar este género en condiciones más extremas, como donde llueve de 501 a 759 mm anuales o entre 3001 a 3250 mm; o bien en altitudes entre los 1500 y 2000 m. En general las especies del género *Leucaena* se adaptan a un amplio rango de tipos de suelos, se desarrolla en condiciones secas y entre 0 y 1000 m de altitud.

Palabras clave: Recolección de plantas, leguminosas, *Leucaena*, ambientes.

INTRODUCCIÓN

La pérdida de biodiversidad en el mundo es preocupante, algunas especies de leguminosas se encuentran en peligro de extinción. Las leguminosas han sido un componente básico en la alimentación de las personas, en el ciclo de los nutrientes, en la conservación del ambiente y alimentación del ganado. Una mayor diversidad de leguminosas forrajeras permitiría a los investigadores contar con mayor variabilidad genética para implementar programas de selección y mejoramiento genético en los próximos años y proporcionar alternativas de plantas con mayores atributos forrajeros a los productores, al respecto Duque *et al.*, (1986) señalan que la selección de germoplasma con potencial forrajero, constituye la base para el desarrollo de pasturas productivas y persistentes en el trópico. La región tropical de México es rica en recursos naturales y se afirma que la mayor diversidad de leguminosas también se encuentra en esta región de país (Claveran, 1978). México es un Centro de Origen de la familia Fabaceae, uno de los géneros más importantes es *Leucaena*, leguminosa arbórea con importantes atributos forrajeros. Cab (2011) destaca el contenido de nutrientes de *Leucaena leucocephala* que la ubica como una planta forrajera sobresaliente para el trópico, esta planta presentó porcentajes de 30.0, 42.0, 36.0, 2.9 y 0.38 para proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, calcio y fósforo, respectivamente. El objetivo del presente trabajo fue recolectar leguminosas del género *Leucaena* en la región Sur de

México, específicamente en los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero. El INIFAP desarrolla un proyecto para la recolección de recursos genéticos de leguminosas en el Sur de México; en el presente trabajo se incluyen los resultados de ecotipos del género *Leucaena* recolectados entre noviembre del 2012 y marzo del 2013.

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología de recolección. El Sur de México se caracteriza por presentar áreas de condiciones de trópico seco principalmente en los estados de Guerrero y Oaxaca, y una parte de Chiapas; así como, de trópico húmedo en unas áreas de Oaxaca y la mayor parte del estado de Chiapas. Se realizaron seis recorridos de recolección por los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero, entre el 29 de noviembre del 2012 al 21 de marzo del 2013. Los recorridos se realizaron por autopistas, carreteras y caminos de terracería, se realizaban paradas entre los 30 y 50 km dependiendo de los cambios de altitud y vegetación principalmente. En cada sitio se analizaba la flora en el área adyacente a la carretera o camino y podía variar de unos pocos a varios cientos de metros cuadrados. Debido a que el periodo de producción de semilla varía por las condiciones ambientales, en algunas ocasiones tuvimos que regresar a los sitios cuando las plantas no contaban con semilla. En cada sitio de recolección se tomaban datos de latitud, longitud, altitud, tipo de vegetación y suelo, estos datos pasaporte se registraban debidamente en los formatos respectivos. Un vez localizada la planta del género *Leucaena*, si era posible se identificaba la especie y se procedía a tomar muestras de semilla de varias plantas en el mismo sitio que se guardaban en bolsas de papel, con la intención de posteriormente llevar a cabo estudios de caracterización agronómica e identificación correcta de la especie.

Materiales recolectados. Se recolectaron 39 ecotipos del género *Leucaena*, 20 de los cuales se obtuvieron en el estado de Chiapas, 13 en Oaxaca y 5 en Guerrero (Figura 1). Las principales especies recolectadas fueron: *L. leucocephala* y *L. esculenta*, en algunos materiales de este género aún no está identificada la especie. Peralta *et al.*, (1987) reportaron haber encontrado dos especies de 12 muestras recolectadas en el trópico de México; por otra parte Olivera *et al.*, (2008) reportaron haber encontrado una especie de *Leucaena* y 17 accesiones en Cuba. En estas plantas hay variaciones en el tamaño y color de las vainas, entre estos destacan el color verde de diferentes tonalidades, rojo oscuro y negro. Las semillas son planas, redondas o ligeramente ovaladas. La abundancia de *Leucaena* en el estado de Oaxaca, había sido señalado por Peralta *et al.*, (1987); pero no así, en los estados de Chiapas y Guerrero. El género *Leucaena* tiene su centro de origen en México y Centroamérica, fuera de esta región, son pocas las especies encontradas, en Venezuela se menciona que solo se encontraron tres muestras de una especie de *Leucaena* (Flores y Schultze-Kraft, 1994).

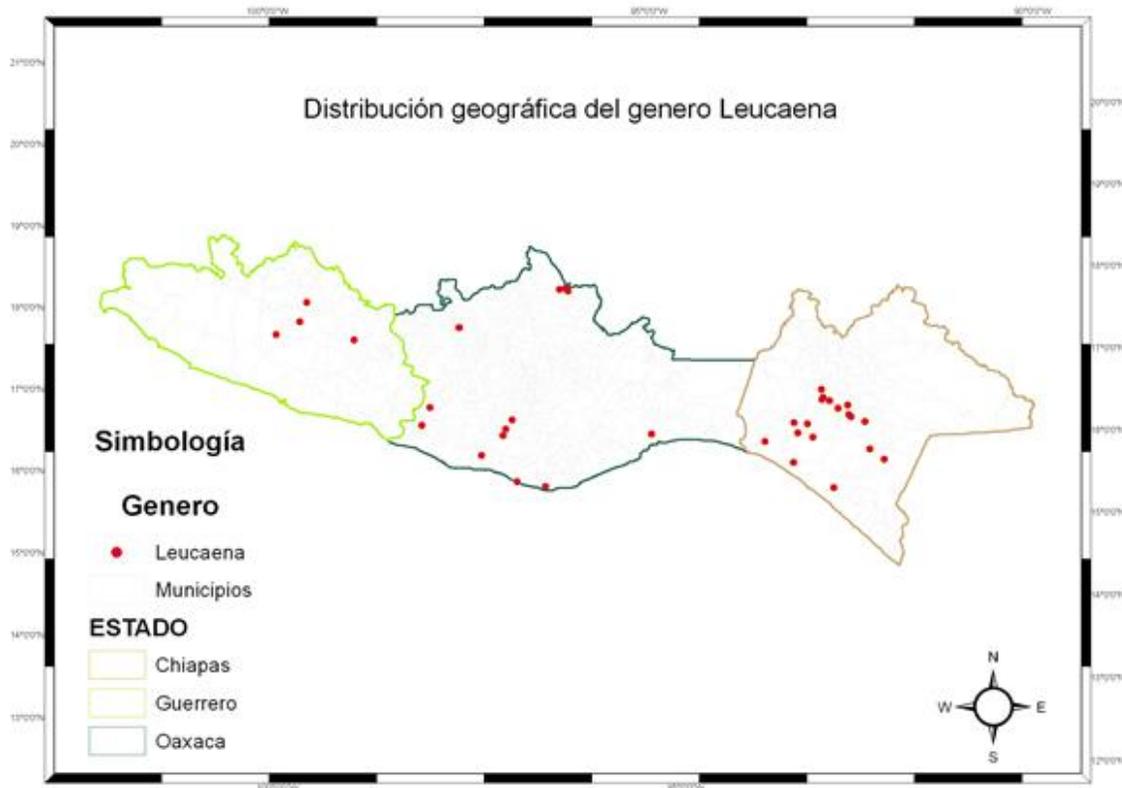
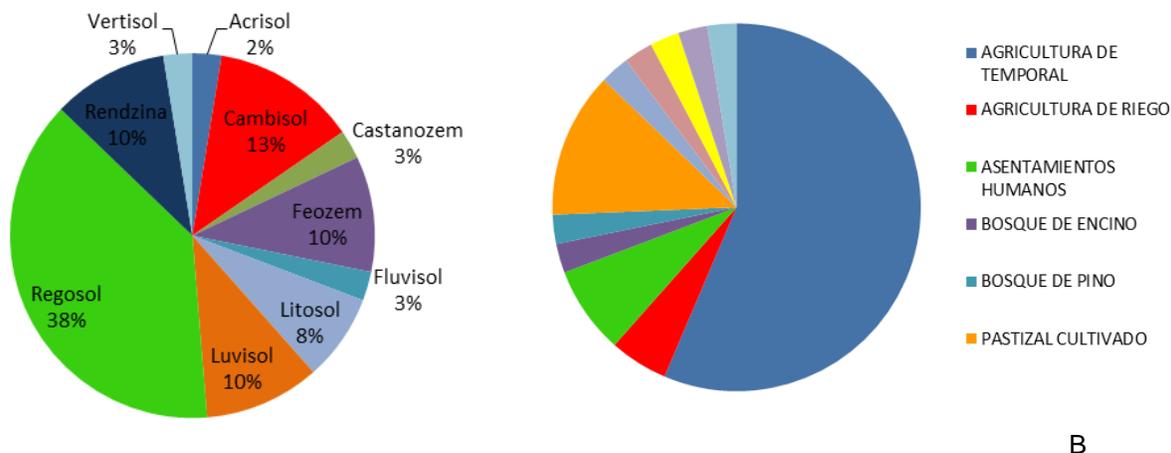
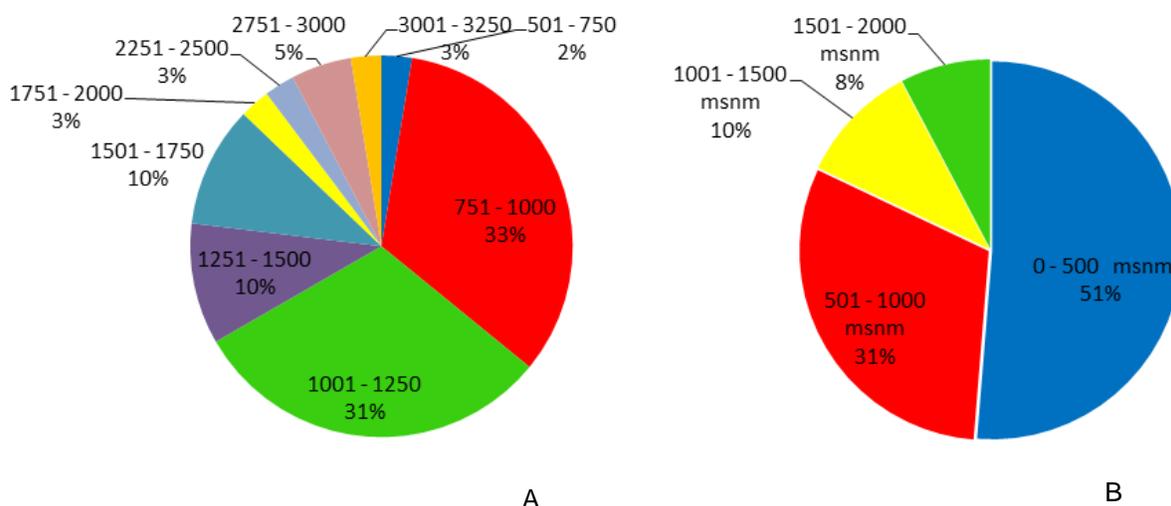


Figura 1. Sitios de recolección de ecotipos del género *Leucaena* en el Sur de México

Este género se recolectó principalmente en suelos regosoles, en cambisoles, rendzinas, feozen y luvisoles (Figura 2-A). Podríamos considerar que este género está en proceso de domesticación, ya que el 56% se encontró donde se practica agricultura de temporal y 13% en pastizales cultivados (Figura 2-B). Estos datos coinciden con los reportados por Olivera *et al.*, (2008) quienes reportan haber recolectado *L. leucocephala* en hábitats de mezcla de arbustos y pastos naturalizados. En el Sur de México, la mayor presencia de esta planta en terrenos cultivados o áreas pobladas se debe a que sus semillas tiernas también son usadas como alimento por los pobladores. Las condiciones climáticas donde se recolectó este género son muy variadas, de los 39 ecotipos, 25 (el 64%) se recolectaron en sitios con una precipitación pluvial entre 751 y 1250 mm anuales (Figura 3-A); sin embargo, un material se encontró donde llueve muy poco (501 a 759 mm) y otro con alta precipitación (3001 a 3250 mm). El género *Leucaena* se localiza desde el nivel del mar hasta los 2000 metros de altitud. Aproximadamente la mitad de los ecotipos recolectados se encontraron de los 0 a los 500 msnm, el 31% de los 501 a los 1000 msnm; pero, es posible encontrar algunas especies en altitudes entre los 1500 y 2000 m (Figura 3-B).



A
B
Figura 2. Tipo de suelo (A) y Vegetación (B) en los que se recolectaron los ecotipos de *Leucaena* en el Sur de México



A
B
Figura 3. Precipitación pluvial (A) y altura sobre el nivel del mar (B) en los que se recolectó la *Leucaena* en el Sur de México.

Algunas especies de *Leucaena* que se han destacado por su aceptabilidad o preferencia por los animales son *L. leucocephala* y *L. lanceolata*, y las que destacan en producción de biomasa, además de *L. lucocephala* está *L. esculenta*. *L. leucocephala*, además de su importancia en aceptabilidad y producción de biomasa, también sobresale en producción de semilla (Machado *et al.*, 2010).

CONCLUSIONES

En general el género *Leucaena* se desarrolla en condiciones secas, entre 0 y 1000 m de altitud. Se adapta a un amplio rango de tipos de suelos; sin embargo, es poco probable que se desarrolle en suelos ácidos y con problemas de exceso de humedad. Los ecotipos recolectados se van a caracterizar agrónomicamente, se va a determinar su composición química y de los materiales sobresalientes como plantas forrajeras se va a entregar una copia de las semillas al Centro Nacional de Recursos Genéticos.

LITERATURA CITADA

- Cab J.F.E. 2011. Morfología y potencial forrajero de leguminosas no convencionales, nativas de México, para la producción de pastoreo extensivo en el trópico. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. México. 125 p.
- Claverán A.R. 1978. Leguminosas forrajeras. En: Cervantes S.T. (Ed.). Análisis de los recursos genéticos disponibles en México. pp. 171-177.
- Duque O., Argel P.J. y Schultze-Kraft R. 1986. Recolección de germoplasma nativo de leguminosas forrajeras en Panamá. Pasturas Tropicales. Vol. 8 No. 1. pp. 10-14.
- Flores J.A. y Schultze-Kraft R. 1994. Recolección de recursos genéticos de leguminosas forrajeras tropicales en Venezuela. Agronomía Tropical 44(3): 357-371.
- Machado R., Seguí E., Olivera Y., Toral O y Wencomo H.B. 2010. Fundamentación teórica y resultados del programa de introducción. En: Milera R.M.C. (Ed.). Recursos Forrajeros Herbáceos y Arbóreos. pp. 6-27.
- Olivera Y., Machado R. y Fung C. 2008. Colecta de leguminosas forrajeras en tres provincias orientales de Cuba. Pastos y Forrajes, Vol. 31, No. 1. pp. 25-34.
- Peralta A., Schultze-Kraft R., Martínez J.M., Aguirre J.F., Amaya H.S y Enríquez J. 1987. Recolección de leguminosas forrajeras nativas en el trópico de México. Pasturas Tropicales. Vol. 9 No. 1. pp. 21-26.

RECOLECCIÓN DE LEGUMINOSAS DEL GÉNERO *Centrosema* EN EL SUR DE MÉXICO

COLLECTION OF *Centrosema*'s LEGUME IN SOUTHERN MEXICO

Jiménez GR¹, Flores ZM¹, Maldonado MJJ², Vásquez OR², Rojas HS⁴, Mariles FV⁵

¹Campo Experimental Iguala CIR-PACÍFICO SUR INIFAP, ²Campo Experimental Rosario Izapa CIR-PACÍFICO SUR INIFAP, ³Campo Experimental la Posta CIR-GOLFO INIFAP, ⁴Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAG, ⁵Estudiante de Postgrado. .

jimenez.regulo@inifap.gob.mx

RESUMEN

La familia *Fabaceae* es importante por su valor como fuente de nutrimentos y como mejoradora de suelos. América tropical presenta gran diversidad para las leguminosas, destaca en varios países de México, Centroamérica y el Caribe el género *Centrosema*, por su potencial como planta forrajera, como cultivo de cobertera y abono orgánico. El objetivo de esta investigación fue recolectar leguminosas del género *Centrosema* en la región Sur de México, específicamente en los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero. Se realizaron cuatro recorridos de recolección entre el 28 de noviembre del 2012 al 28 de febrero del 2013. En cada sitio de recolección se tomaban datos de latitud, longitud, altitud, tipo de vegetación y suelo; se localizó la planta del género *Centrosema*, y se procedía a tomar muestras de semilla de varias plantas que se guardaban en bolsas de papel. Se recolectaron 15 ecotipos del género *Centrosema*, 10 de los cuales se obtuvieron en el estado de Chiapas, 3 en Oaxaca y 2 en Guerrero. La especie predominante fue *C. molle*; aunque también se recolectó *C. macrocarpum*. Estas plantas se recolectaron principalmente en suelos regosoles, litosoles, rendzinas y cambisoles; además, el 60% se encontró donde se practica agricultura de temporal y 20% en vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia. *Centrosema* se ubicó en sitios con precipitaciones pluviales entre 1000 y 1500 mm anuales (73%) y en altitudes menores a los 1000 metros. En general las especies del género *Centrosema* requieren suelos húmedos para su desarrollo, se adaptan a diferentes tipos de suelo y en altitudes entre 0 y 1000 m.

Palabras clave: Recolección de plantas, leguminosas, *Centrosema*, ambientes.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la familia *Fabaceae*, debido a que constituyen una valiosa fuente de nutrimentos, incluyendo las proteínas de alto valor nutritivo y que son plantas eficaces como mejoradores de suelos ha motivado el desarrollo de estudios acerca de sus centros de origen en el mundo (Machado *et al.*, 2008). Wege *et al.* (1998) sostienen que la diversidad genética de la flora silvestre, es la base para las selecciones exitosas. Respecto a especies forrajeras, África tropical presenta muy grande diversidad para la familia de las gramíneas y América tropical destaca por su diversidad para la familia de leguminosas (Harlan, 1981). Schultze-Kraft *et al.* (1993) mencionan que las evidencias de que debido a la destrucción de los hábitats la erosión genética de especies con potencial como plantas forrajeras se incrementa. Relacionado con este proceso Schultze-Kraft y t Mannetje (2000) sustentan que la colección y conservación en Bancos de Germoplasma podría contribuir al mantenimiento de las especies. *Centrosema* es un género de leguminosas que se caracterizan por su valor nutritivo, en el cual el porcentaje de proteína varía de 15 a 27% y la digestibilidad de 42 a 79% (Peters *et al.*, 2011). El objetivo del presente trabajo fue recolectar leguminosas del género *Centrosema* en la región Sur de México, específicamente en los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero. El INIFAP desarrolla un proyecto para la recolección de recursos

genéticos de leguminosas en el Sur de México; en el presente trabajo se incluyen los resultados de ecotipos del género *Centrosema* recolectados, entre noviembre del 2012 y febrero del 2013.

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología de recolección. El Sur de México se caracteriza por presentar áreas de condiciones de trópico seco principalmente en los estados de Guerrero y Oaxaca, y una parte de Chiapas; así como, de trópico húmedo en unas áreas de Oaxaca y la mayor parte del estado de Chiapas. Se realizaron cuatro recorridos de recolección por los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero, entre el 28 de noviembre del 2012 al 28 de febrero del 2013. Los recorridos se realizaron por autopistas, carreteras y caminos de terracería, se realizaban paradas entre los 30 y 50 km dependiendo de los cambios de altitud y vegetación principalmente. En cada sitio se analizaba la flora en el área adyacente a la carretera o camino y podía variar de unos pocos a varios cientos de metros cuadrados. Debido a que el periodo de producción de semilla varía por las condiciones ambientales, en algunas ocasiones tuvimos que regresar a los sitios cuando las plantas no contaban con semilla. En cada sitio de recolección se tomaban datos de latitud, longitud, altitud, tipo de vegetación y suelo, estos datos pasaporte se registraban debidamente en los formatos respectivos. Un ves localizada la planta del género *Centrosema*, si era posible de identificaba la especie y se procedía a tomar muestras de semilla de varias plantas en el mismo sitio que se guardaban en bolsas de papel, con la intención de posteriormente llevar a cabo estudios de caracterización agronómica e identificación correcta de la especie.

Materiales recolectados. Se recolectaron 15 ecotipos del género *Centrosema*, 10 de los cuales se obtuvieron en el estado de Chiapas, 3 en Oaxaca y 2 en Guerrero (Figura 1). La principal especie recolectada fue *C. pubescens* (ahora *C. molle*), también se encontró *C. macrocarpum* y un ecotipo de *C. brasilianum*, esta especie probablemente sea de algunos materiales que se introdujeron en la década de los ochenta. En algunos ecotipos aún no se ha identificado la especie. Reid (1983) reportó haber recorrido la república mexicana y recolectado 73 accesiones del género *Centrosema*, 36 en el trópico seco, 20 en el trópico húmedo y 17 en la región montañosa. Las cuales se agrupan en siete especies: *C. virginianum*, *C. pubescens* (*C. molle*), *C. schottii*, *C. plumieri*, *C. sagittatum*, *C. schiedeanum* y *C. pascuorum*. Por otra parte Peralta *et al.* (1987) reportan haber encontrado *C. pubescens*, *C. macrocarpum*, *C. plumieri*, *C. sagittatum*, *C. schottii*, *C. schiedeanum* y *C. virginianum*; coincidentemente con esta recolección la mayor cantidad de ecotipos se encontraron en el estado de Chiapas. Para Honduras se reporta haber encontrado ocho especies del género *Centrosema*, los siete encontrados en México, además de *C. angustifolium* (Wege *et al.*, 1998). Olivera *et al.* (2008) reportan haber encontrado en Cuba tres especies de *Centrosema*: *C. molle*, *C. plumieri* y *Centrosema* spp.

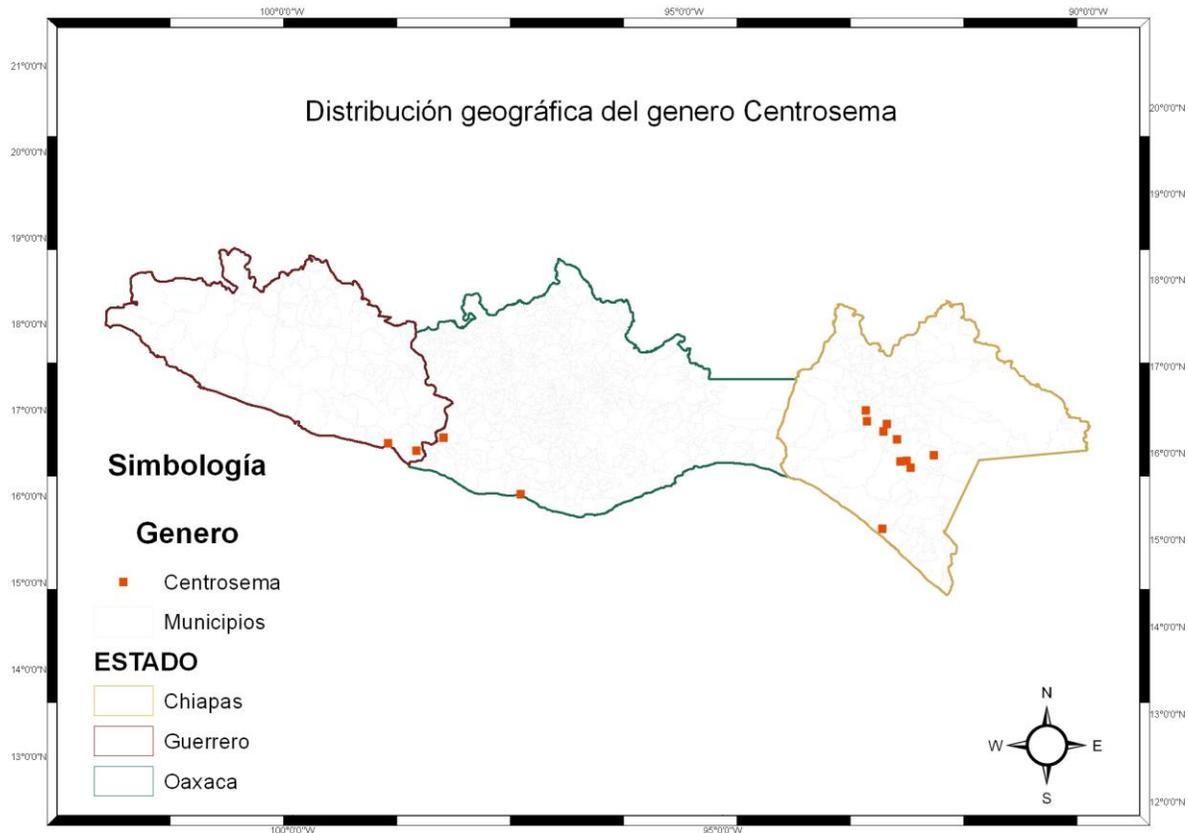


Figura 1. Sitios de recolección de ecotipos del género *Centrosema* en el Sur de México

Centrosema se recolectó principalmente en suelos regosoles (33%), en litosoles (20%) y rendzinas y cambisoles (13% cada uno; Figura 2-A). De los 15 ecotipos recolectados 9 se localizaron donde se practica Agricultura de Temporal (60%) y un 20% en vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia (Figura 2-B). Las especies de *Centrosema* recolectadas en Cuba, se menciona que fueron localizadas en matorrales, en mezclas de matorrales y pastos (Olivera *et al.*, 2008). *Centrosema* se desarrolla en sitios con buenas condiciones de humedad, el 73% se recolectaron donde se tienen precipitaciones pluviales entre 1000 y 1500 mm anuales; por otra parte, no se localizaron plantas de este género a más de 1000 metros sobre el nivel del mar, 10 de los 15 ecotipos se localizaron entre 0 y 500 msnm (Figura 3 A-B). Respecto a la precipitación pluvial, hay información que el género *Centrosema* se localiza en rangos que van de los 700 a los 2800 mm anuales y en altitudes desde los 20 a los 1000 msnm (Wege *et al.*, 1998).

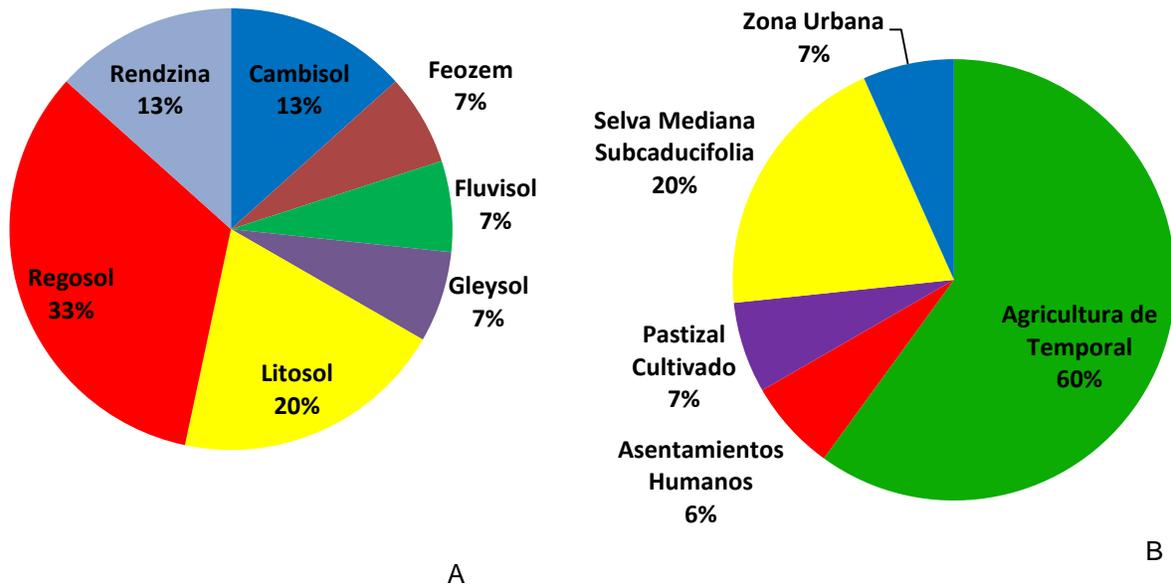


Figura 2. Tipo de suelo (A) y Vegetación (B) en los que se recolectaron los ecotipos de *Centrosema* en el Sur de México

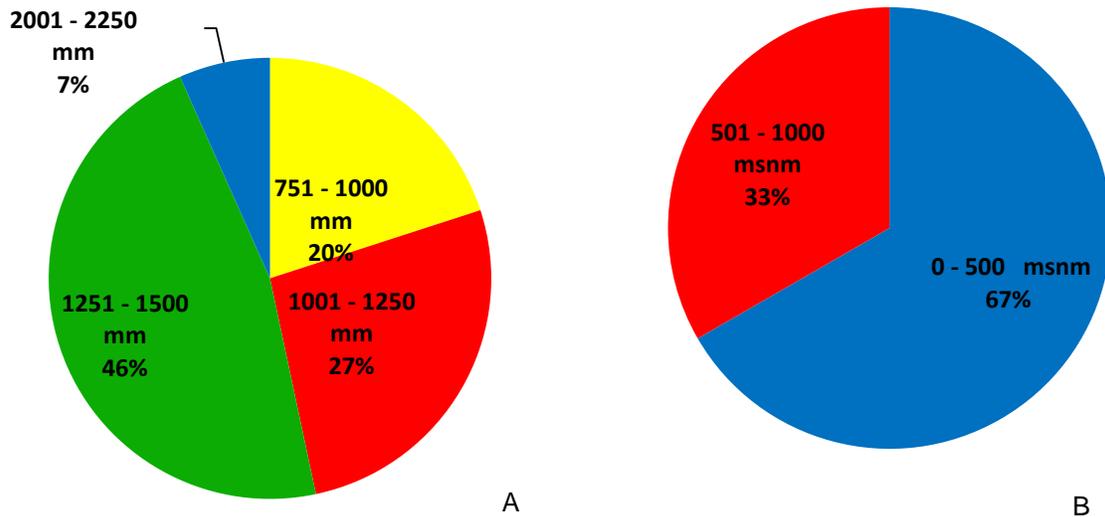


Figura 3. Precipitación pluvial (A) y altura sobre el nivel del mar (B) en los que se recolectaron los ecotipos de *Cemtrosema* en el Sur de México

CONCLUSIONES

Centrosema se encontró principalmente en el estado de Chiapas, que es el que presenta condiciones más húmedas de los tres estados recorridos. Se desarrolla en diferentes tipos de suelo, en terrenos de uso agrícola y en vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia. Crece principalmente entre 0 y 500 msnm, no se encontraron ecotipos a más de 1000 msnm. En este proceso de investigación se continuará con la caracterización de estas plantas y la conservación del material genético.

LITERATURA CITADA

- Machado R., Seguí E., Olivera Y., Toral O y Wencomo H.B. 2010. Fundamentación teórica y resultados del programa de introducción. En: Milera R.M.C. (Ed.). Recursos Forrajeros Herbáceos y Arbóreos. pp. 6-27.
- Olivera Y., Machado R. y Fung C. 2008. Colecta de leguminosas forrajeras en tres provincias orientales de Cuba. Pastos y Forrajes, Vol. 31, No. 1. pp. 25-34.
- Peters M., Franco L.H., Schmidt A. y Hincapié B. 2011. Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores del trópico americano. Publicación CIAT No. 374. 212 p.
- Peralta A., Schultze-Kraft R., Martínez J.M., Aguirre J.F., Amaya H.S y Enríquez J. 1987. Recolección de leguminosas forrajeras nativas en el trópico de México. Pasturas Tropicales. Vol. 9 No. 1. pp. 21-26.
- Reid R. 1983. Pasture plant collecting in Mexico with emphasis on legumes for dry regions. En: Gorringer R.J. and Pullen R. (Ed.). Australian Plant Introduction Review. Vol. 15 No. 2.
- Schultze-Kraft R., Williams W.M. and Keogh J.M. 1993. Searching for new germoplasm for the year 2000 and beyond. In: Proceedings, XVII International Grassland Congress. New Zealand and Australia. Vol 1. pp. 181-187.
- Wege L., Schultze-Kraft R. y Burgos C. 1998. Recolección de leguminosas forrajeras nativas y distribución natural de Centrosema en Honduras. Agronomía Mesoamericana Vol. 9 No.2. pp. 17-24.

SELECCIÓN DE SEMILLAS POR GORRIONES DE CASA (*Passer domesticus*)

SEED SELECTION BY HOUSE SPARROWS (*Passer domesticus*)

Mieke Titulaer, Alicia Melgoza y Felipe Rodríguez

Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua.
Perif. Fco. R. Almada km 1, Chihuahua, Chihuahua, 31453.

RESUMEN

Como parte de la conservación de aves granívoras de pastizal es importante conocer más sobre sus preferencias de dieta. Con el propósito de adquirir experiencia en el desarrollo de un protocolo para trabajar con aves con estatus, se llevó a cabo este trabajo donde se determinó si el tamaño, color y visibilidad de las semillas influyen en la preferencia de la dieta. Para ello, se trabajó en este estudio piloto con cinco machos adultos de gorriones (*Passer domesticus*). Se ofrecieron nueve semillas comerciales de diferentes tamaños y colores. Las semillas fueron analizadas para cuantificar su contenido de nutrientes. Se probaron preferencias con combinaciones de tres semillas que variaron en sólo uno de las tres variables de interés. Los resultados fueron analizados con un modelo lineal mixto. Las aves tienden a preferir semillas de tamaño intermedio. El color y visibilidad no influyeron en la selección de semillas. Con base en nuestros resultados se concluye que existen otras variables que determinan la selección de la dieta por estas aves. Una de estas variables puede ser el tiempo de manipulación de la semilla, que depende del tamaño y contenido nutricional para hacer más eficiente el consumo de energía sobre el tiempo. En futuras pruebas de preferencia será importante incorporar tiempo de manipulación.

Palabras clave: Selección de semillas, *Passer domesticus*, dieta, tamaño de semilla, prueba de preferencia

Key words: Seed selection, *Passer domesticus*, diet, seed size, preference test

INTRODUCCIÓN

Muchas especies de aves de pastizal han presentado disminuciones en sus poblaciones en los últimos años. Los gorriones forman una gran parte de las aves de pastizal. La causa principal de la disminución en poblaciones es la pérdida del hábitat por cambios de uso de suelo. La mayoría de las aves de pastizal es migratoria y pasa el invierno en los pastizales en México. Su dieta invernal consiste principalmente de semillas. Para proteger estas aves es importante conocer más sobre su dieta, como que características de las semillas son importantes para su selección. Uno de los componentes importantes en la selección de semillas sugerido por la literatura es el tamaño; aves más grandes o con picos más grandes tienden a preferir semillas más grandes, mientras que aves más pequeñas o con picos pequeños prefieren semillas más pequeñas (Willson, 1971; Pulliam, 1983; Benkman y Pulliam, 1988; Keating *et al.*, 1992). Otros componentes de las semillas que pueden influir en su selección son color, estructura, contenido de nutrientes, visibilidad y toxicidad (Díaz, 1994). En el presente trabajo se llevó a cabo un estudio piloto para investigar que componentes son importantes en la selección de semillas por el *Passer domesticus*, con el fin de desarrollar un protocolo para un estudio de selección de semillas con aves granívoras de pastizal. Además del tamaño, se evaluaron dos componentes más que han sido reportados en la literatura para aves frugívoras: color (Schmidt y Schaefer, 2004; Schaefer *et al.*, 2008) y visibilidad (Schmidt y Schaefer, 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las aves utilizadas en el estudio fueron machos adultos *Passer domesticus*. Las aves fueron capturadas en las afueras de la ciudad de con trampas. Posteriormente se colocaron en jaulas de 80 x 80 x 80 cm, con un nido, una estructura para perchar y agua *ad libitum*. Las semillas utilizadas en este trabajo son: alpiste (*Phalaris canariensis*), semilla de girasol (*Helianthus annuus*), mijo blanco y rojo (*Panicum miliaceum*), niger (*Guizotia abyssinica*), sorgo (*Sorghum bicolor*), trigo (*Triticum sativum*), canola (*Brassica napus*) y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). Estas semillas fueron seleccionadas por su variación en tamaño y color. El experimento inició una semana después de capturar las aves para que se acostumbraran al cautiverio y duró ocho días. Las aves se liberaron al final del estudio. Durante el experimento, la prueba iniciaba a las 7:00 h y todas las semillas se removían a las 17:00 h para asegurar el apetito de las aves en la mañana siguiente.

Primeramente se determinó cuáles de las semillas prefirieron las aves; en un período de dos días. El primer día se ofreció una mezcla de 1 g de cada semilla por 30 min y el segundo día por 6 h. Al final de cada período, se recolectaron las semillas sobrantes y se pesaron. En la segunda parte se determinó si las características de tamaño, color y visibilidad de las semillas influyeron en la selección de la dieta de los gorriones. Esta parte del experimento se llevó a cabo en los siguientes seis días. Cada día se ofrecieron tres semillas diferentes que variaron en solo uno de las tres variables de interés: tamaño, color o visibilidad; estas pruebas se repitieron dos veces por variable. Por ejemplo, una combinación de tamaño consistió de canola, niger y semilla de girasol (tres semillas negras de diferentes tamaños). Para investigar el efecto de color se pintaron las semillas con color artificial, sin sabor u olor, y para visibilidad se utilizaron comederos de diferentes colores, de tal manera que una de las tres semillas fuera contrastante (más visible) mientras las otras fueran del mismo color que el comedero. En cada prueba se utilizaron cinco aves como repetición y el orden en que se ofrecieron las combinaciones de semilla fue completamente al azar. Las semillas se pesaron antes y después para determinar la cantidad comida. Se midió peso, largo, ancho y profundidad de las semillas y se realizó un análisis bromatológico para determinar el contenido de humedad, ceniza, grasa y proteína de las semillas. El análisis de la primera parte del estudio fue solo descriptivo. Para el análisis de la segunda parte se ajustó un modelo lineal mixto con el logaritmo natural de la cantidad consumida (g) como variable de respuesta para cumplir con la suposición de normalidad, y especie de semilla, prueba y la interacción de especie y prueba como factores fijos. El peso de ave y volumen del pico se consideraron como covariables. El individuo fue considerado como factor aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la primera parte del estudio mostraron que las aves preferían el alpiste y en segundo lugar el mijo. Pero también existió variabilidad entre las aves, con un individuo que prefirió niger sobre mijo. Las semillas mostraron diferencias en contenido de nutrientes, pero las semillas preferidas no fueron las de más alto contenido de grasa y/o proteína.

En la segunda parte del estudio en donde se analizaron las tres variables de interés se encontró una interacción significativa entre semilla y combinación ($F_{10,68}=2.95$, $P=0.004$). Esta interacción quiere decir que en al menos una de las combinaciones las aves consumieron las tres semillas en diferentes cantidades lo que indica preferencias. Las cantidades consumidas se presentan en el Cuadro 1. Los factores peso del ave y volumen del pico no fueron significativas lo que indica que no influyeron en la selección de semillas.

Para investigar si las diferencias en el consumo entre las tres semillas dentro de cada una de las combinaciones fueron significativas se realizó un análisis posterior de contrastes. En la variable tamaño (Figura 1), la combinación 1 no tuvo diferencias significativas aunque la gráfica muestra que el consumo fue mayor para la semilla intermedia. En la combinación 2, las aves prefirieron la semilla de tamaño intermedio sobre la semilla más pequeña ($P=0.002$) y una tendencia de la

semilla intermedia sobre la semilla más grande ($P=0.066$). La importancia de tamaño en determinar preferencias concuerda con la literatura que indica que las aves prefieren semillas con cierto tamaño que pueden manipular con mayor eficiencia (Pulliam, 1983; Benkman y Pulliam, 1988). *Passer domesticus* es un gorrión con un pico relativamente grande en comparación con otros gorriones, por eso esta ave tiene la posibilidad de manipular semillas de tamaño intermedio con la misma eficiencia que semillas más pequeñas.

Cuadro 1. Cantidad consumida (gramos) de las tres semillas en cada combinación

Tamaño	Pequeña	Mediana	Grande
Combinación 1	0.02	0.16	0.00
Combinación 2	0.04	0.58	0.10
Color	Amarilla	Roja	Negra
Combinación 3	0.22	0.34	0.34
Combinación 4	0.48	0.26	0.04
Visibilidad	No contraste	Contraste	
Combinación 5	0.70	0.14	0.04
Combinación 6	0.32	0.62	0.56

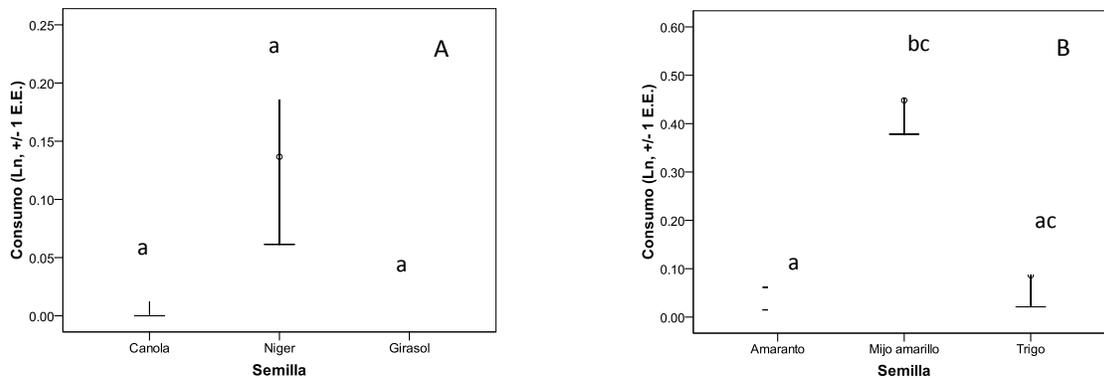


Figura 1. Consumo de tres semillas comerciales con diferentes tamaños, A) prueba 1 y B) prueba 2 (canola, 5.41 mm^3 ; niger 6.44 mm^3 , girasol 165.57 mm^3 , amaranto, 4.32 mm^3 ; mijo 13.42 mm^3 y trigo 46.62 mm^3).

Las semillas intermedias proveen una mayor cantidad de energía por semilla comparado con las de tamaño más pequeño. Por eso se puede esperar que si las aves pueden manipular semillas más grandes con la misma efectividad, prefieren estas sobre semillas más pequeñas. Las aves no prefirieron todas las semillas de tamaño intermedio por igual. Por lo que es importante el incluir más aves como repetición para asegurar la mejor evaluación de preferencias de dieta. Los resultados de color y visibilidad son contrarios con resultados para aves frugívoras (Schmidt *et al.*, 2004). Es posible que existan otros mecanismos que determinan la selección de semillas en la especie de gorrión de este estudio. En frutos, el color está relacionado con la madurez, pero en semillas el color no necesariamente está relacionado con madurez. Por lo tanto, otros componentes de las semillas pueden ser más importantes en la selección.

CONCLUSIONES

La selección de semillas está influenciada por el tamaño de estas; las aves mostraron preferencias por semillas de tamaño intermedio. Por lo que en el desarrollo de protocolos en otras especies de este grupo de aves, el tamaño es una variable importante de considerar. Debido a que las variables color y visibilidad no influyeron en la selección de semillas, se pueden probar otras

variables. Una de estas variables puede ser el tiempo de manipulación de las semillas o el consumo de energía sobre el tiempo. Por último, es importante el poder incluir mas repeticiones de aves, ya que en este trabajo se observó variabilidad entre ellas al seleccionar semilla por tamaño. Esto permitirá determinar con mayor confiabilidad que variables determinan la selección de la dieta en este grupo de aves de pastizal.

LITERATURA CITADA

- Benkman CW, HR Pulliam. (1988). The comparative feeding rates of north American sparrows and finches. *Ecol.* 69:1195-1199.
- Díaz M. (1994). Variability in seed size selection by granivorous passerines: effects of bird size, bird size variability, and ecological plasticity. *Oecologia* 99:1-6.
- Keating JF, RJ Robel, AW Adams, KC Behnke, KE Kemp. (1992). Role of handling time in selection of extruded food morsels by two granivorous bird species. *The Auk* 109:863-868.
- Pulliam HR. (1983). Ecological community theory and the coexistence of sparrows. *Ecol.* 64:45-52.
- Schaefer HM, K McGraw, C Catoni. (2008). Birds use fruit colour as honest signal of dietary antioxidant rewards. *Fun. Ecol.* 22:303-310.
- Schmidt V, HM Schaefer. (2004). Unlearned preference for red may facilitate recognition of palatable food in young omnivorous birds. *Evol. Ecol. Res.* 6:919-925.
- Schmidt V, HM Schaefer, H. Winkler. (2004). Conspicuousness, not colour as foraging cue in plant-animal signalling. *Oikos* 106:551-557.
- Willson MF. (1971). Seed selection in some North American finches. *The Condor* 73:415-429.

DIVERSIDAD DE AVES INVERNALES DE PASTIZAL Y SEMILLAS EN SUELO

WINTER BIRD AND SEED SOIL DIVERSITY ON GRASSLAND

Jorge González Villalba, Alicia Melgoza, Mieke Titulaer,
Jesús A. Fernández, Marusia Rentería

Dpto. Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Periférico
Fco. R. Almada, Km 1, Zootecnia, 31410, Chihuahua, Chihuahua. jogeeco@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo es parte de un proyecto sobre dieta invernal de aves en tres localidades de pastizal. Los objetivos son: determinar la diversidad de aves y de semillas en suelo. En este trabajo se presentan los resultados de uno de los tres sitios del proyecto general. En la Reserva de la Biosfera El Uno, del municipio de Janos, Chihuahua, se trabajo durante el invierno del 2012. Se realizaron un total de 110 redadas de aves y se recolectaron 252 muestras de suelo. Se capturó un total de 343 aves que pertenecen a 12 géneros y 13 especies. En suelo se cuantificaron 14,162 semillas, y a pesar de que no todas se han logrado identificar, el análisis con microscopio identifica que las 156 formas diferentes corresponden al mismo número de especies. A los datos se les aplicaron índices de diversidad para establecer una base que sirva para el posterior monitoreo de aves y banco de semillas.

Palabras clave: índices de diversidad, aves, semillas, Reserva de la Biosfera El Uno.
Key words: diversity indices, birds, seeds, Reserva de la Biosfera El Uno.

INTRODUCCIÓN

Las evaluaciones realizadas en conservación de aves a nivel mundial indican que estas son un grupo en riesgo. Una de cada 8 especies a nivel mundial están en alguna categoría de riesgo (Bibby, 1997; BirdLife International, 2013). Esto representa que de un total de 9,934 especies de aves existentes, 1,313 especies están en riesgo. De esta cantidad en riesgo, 197 corresponden al estatus peligro crítico, 389 en peligro de extinción y 727 vulnerable. Al tomar en cuenta otras criterios, un total de 2,193 especies tienen prioridad urgente para alguna acción de conservación. (BirdLife International, 2013).

La problemática de las aves de pastizal es aún más grave, pues las especies de este ecosistema son las que registran la tasa de desaparición mayor (Blancher, 2003). Aunado a esto, en los últimos años el estado de los pastizales a empeorado (Velázquez, 2001; Carreón *et al.*, 2007), y más de 1.2 millones de hectáreas de pastizales nativos del Desierto Chihuahuense se han perdido recientemente. Esto representa aproximadamente el 10% del total de la cobertura de los pastizales para esta área. Algunas de las causas del deterioro de pastizales reconocidas son el sobrepastoreo, clima, fuego, agricultura, urbanización, malas prácticas ganaderas, entre otras (Dinerstein *et al.*, 2000). La evidencia más obvia del deterioro de pastizales se refleja en la abundancia de alimento disponible. Por lo que las prácticas a las que está sujeto un pastizal afectan la cantidad de semillas en el suelo disponibles para las aves (Haretche y Rodríguez, 2006; Morici *et al.*, 2009).

Como parte de los acuerdos del Tratado de Libre Comercio de Norte América, existe un compromiso por parte de Canadá, México y los Estados Unidos de conservar el ambiente. Así las aves migratorias compartidas por los tres países son temas prioritarios de estudio para su conservación. Por ello la UACH, en asociación con otras instituciones está llevando a cabo un

proyecto sobre la dieta de aves invernales, donde este trabajo es una parte. El objetivo de este estudio es cuantificar y establecer una línea base sobre la diversidad tanto de aves de pastizal como de semilla en suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se realizó en la Reserva Ecológica El Uno, ubicado en el municipio de Janos, Chihuahua, a 230 kilómetros de Ciudad Juárez, (30°50'17"N, 108°25'36"W). En sitios con alta cobertura de gramíneas se colocaron de 5 a 6 redes de niebla de 15 m de largo y 2 m de altura. Con base en la red se trazó un semicírculo donde la red era el diámetro del semicírculo y alrededor de 8 a 12 personas se distribuyeron a lo largo del perímetro. Las personas caminaron lentamente hacia la red para ir dirigiendo a las aves que pudieran estar en el semicírculo de esta forma las aves eran atrapadas en la red. Las aves capturadas se marcaban y se tomaban los datos biométricos, para después ser liberadas. Todas las manipulaciones se realizaron con permisos otorgados por las autoridades correspondientes. La identificación de las especies de aves, se llevaron a cabo con el uso de guías de campo (Kaufman, 2005) y entrenamiento por parte de ornitólogos expertos de Rocky Mountain Bird Observatory.

La toma de muestras de suelo se llevo a cabo con palas de jardín en cada semicírculo muestreado. Para ello se tomaron puntos al azar donde se recogió una muestra de aproximadamente 10 cm de largo y 5 cm de ancho al ras del suelo. La muestra se colocó en bolsas de plástico etiquetada con los datos del sitio, fecha y orientación. Las bolsas fueron trasportadas al laboratorio. En laboratorio se pesó el suelo y se pasó a través de tamices de varios tamaños para extraer semilla de diferentes tamaños. Las semillas se identificaron con base a colectas de plantas en campo. Para el análisis de datos se utilizaron los índices de Margalef, Simpson y Shannon- Wiener.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las 110 redadas se capturaron 343 individuos, de 12 géneros y 13 especies de aves, de las que el escribano collar castaño (*Calcarius ornatus*) fue la más abundante (Cuadro 1 muestra las más abundantes). De las 252 muestras de suelo, se extrajeron 14,162 semillas que corresponden a 156 formas diferentes. Se utilizo microscopio estereoscópico para asegurarse que las formas diferentes correspondan a distintas especies. En promedio se encontraron 129 semillas por muestra. En este trabajo no se presentan las especies encontradas ya que se cuenta con un avance en esta parte del aproximadamente 30%. Las semillas más pequeñas que pasaron a través del tamiz de 0.4 mm se sembraron en invernadero con la muestra del suelo para identificarlas posteriormente. A pesar de que aún no se concluye la identificación de cada semilla tipo a nivel especie, la anual nativa *Atriplex rosea* contribuye con un 65% (poco mas de 9,000) al total de las semillas.

Cuadro 1. Especies de aves atrapadas y/o observadas en las redadas realizadas en un pastizal en la Reserva Ecológica El Uno, ubicado en el municipio de Janos, Chihuahua, México

Especie	No. de individuos
<i>Calcarius ornatus</i>	136
<i>Ammodramus savannarum</i>	71
<i>Ammodramus bairdii</i>	51
<i>Ammodramus spp.</i>	27
<i>Spizella breweri</i>	15
<i>Poocetes gramineus</i>	13
<i>Sturnella magna</i>	10

Los datos, aves y semillas, fueron organizados en una base de datos de Excel para determinar alfa diversidad para el sitio. El Cuadro 2 muestra los valores obtenidos sobre riqueza (Margalef), dominancia (Simpson) y uniformidad (Shannon-Wiener). El valor del índice de Margalef para aves indica una baja diversidad y alta para semillas en suelo. El valor del índice de Simpson para aves muestra que es mayor la probabilidad de encontrar dos aves de la misma especie en una muestra al azar que dos semillas de la misma especie en una muestra al azar, lo que indica que existe mayor dominancia por especies de aves que de semillas; es de esperarse debido al diferente tamaño de muestra y número total de individuos para cada grupo. Por otro lado, no es la intención de este trabajo comparar los dos grupos evaluados, sino ejemplificar la interpretación de los índices de Simpson. Por último, el índice de Shannon-Wiener presenta valores bajos de diversidad en cuanto a la distribución de individuos entre las especies.

Cuadro 2. Valores obtenidos mediante cálculo de tres índices de diversidad de especies de aves y semillas en la Reserva Ecológica El Uno, ubicado en el municipio de Janos, Chihuahua, México.

	Índices de Diversidad		
	Margalef	Simpson	Shannon-Wiener
Aves invernales	2.3982	0.7667	1.8099
Semillas en suelo	16.2162	0.5728	1.9193

CONCLUSIONES

Se encontró una baja riqueza específica de aves y alta de semillas en suelo, mayor dominancia en aves que en semillas y similar uniformidad entre ambos. Los valores de los índices obtenidos forman parte de un proyecto mayor para comparar e interpretar la presencia de aves y alimento a lo largo de un gradiente en los pastizales de Chihuahua, por lo que se establecen valores base para futuras interpretaciones entre localidades como para realizar monitoreo en cualquiera de los sitios que evaluar prácticas de manejo y/o conservación.

LITERATURA CITADA

- Blancher P. (2003). Importance of North America's Grasslands to Birds. Unpubl. Rep. to Commission for Environmental Cooperation. Bird Studies Canada. Port Rowan, ON. 23 pp.
- Bibby CJ. (1997). Planning for international bird conservation. RSPB Cons. Rev. 11:7-14.
- BirdLife International. (2013). State of the world's birds: indicators for our changing world. Cambridge, UK: BirdLife International.
- Carreón HE, J Guzmán-Aranda y A Lafón T. (2007). Análisis de Cambios Multi-temporales en la Ecoregión Desierto Chihuahuense. Protección de la Fauna Mexicana, A.C (Profaua). En colaboración con World Wildlife Fund (WWF). Informe Técnico Final. WWF Convenio KE40. Chihuahua, Chih., México. 79 pp.
- Dinerstein E, D Olson, J Atchley, C Loucks, S Contreras-Balderas, R Abell, E Iñigo, E Enkerlin, CE Williams y G Castilleja. Ecoregion-Based Conservation in the Chihuahuan Desert: A Biological Assessment. (2000). World Wildlife Fund, CONABIO, The Nature Conservancy, PRONATURA Noreste and ITESM. www.worldwildlife.org/wildplaces/cd/pubs/bioassess.pdf
- Haretche F y C Rodríguez. (2006). Banco de semillas de un pastizal uruguayo bajo diferentes condiciones de pastoreo. Ecología austral 16:105-113.
- Kaufman K. (2005). Guía de campo a las aves de Norteamérica. Hillstar Editions. Singapore.
- Morici E, V Doménech-García, G Gómez-Castro, A Kin, A Sáenz y C Rabotnikof. (2009). Diferencias estructurales entre parches de pastizal del caldenal y su influencia sobre el banco de semillas, en la provincia de la Pampa, Argentina. *Agrociencia* 43:529-537.
- Velázquez A. (2001). Situación de México con respecto a la conservación de los pastizales abiertos: mapas. Comisión de Cooperación Ambiental (CEC). Universidad Nacional Autónoma de México.

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR RELATIVO DE FORRAJE DE ECOTIPOS DE ZACATE BANDERITA (*Bouteloua curtipendula*)

CHEMICAL COMPOSITION AND RELATIVE VALUE OF FORAGE OF SIDEOATS GRAMA ECOTYPES (*Bouteloua curtipendula*)

Fernando Sánchez Arroyo^{1*}, Manuel Murillo Ortiz¹, Francisco O Carrete Carreón¹, Adrián Raymundo Quero Carrillo², Esperanza Herrera Torres¹

¹Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

²Ganadería. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados.

[*fsanchezamx@yahoo.com](mailto:fsanchezamx@yahoo.com)

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar la composición química y el valor relativo de forraje (VRF) de ecotipos de zacate banderita (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.). Se utilizaron 9 ecotipos de dicha especie de pasto, identificados aleatoriamente con los números: 5, 47, 62, 125, 181, 241, 303, 357, 417 y la variedad comercial El Reno. Las plantas de los ecotipos del pasto banderita se recolectaron en estado de floración y separaron en hojas, tallos e inflorescencia. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar y la prueba de la diferencia mínima significativa para detectar diferencias entre medias. Los valores de proteína cruda (PC) de las hojas, tallos e inflorescencia de los ecotipos 5, 241 y 303 fueron los más altos; y los más bajos en los ecotipos, 357, 125 y 125, respectivamente ($P<0.05$); mientras que la DIVMS fue más alta en las hojas, tallos, e inflorescencia de los ecotipos 241, 241 y 417 y la más baja en los ecotipos 5, 5 y 357, respectivamente ($P<0.05$). El VRF fue más alto en las hojas, tallos e inflorescencia de los ecotipos 125, 241, y 417 y más bajo en los ecotipos 62, 62, y 125, respectivamente ($P<0.05$). Los resultados indican que los ecotipos 5, El Reno, 181, 241 y 62 presentaron los mejores atributos nutricionales. No obstante, todos los componentes de las plantas de los ecotipos evaluados, registraron valores relativos de forraje inferiores a 100, lo cual indica baja calidad nutritiva.

Palabras clave: Calidad nutritiva, Valor relativo de forraje, ecotipos, pasto banderita.

INTRODUCCIÓN

En México se reportan 1,070 especies de gramíneas con una gran importancia ecológica y económica (COTECOCA, 1983). Entre las especies nativas, el pasto banderita es uno de los preferidos por el ganado (Blanco, 1972). Sin embargo, extensas áreas donde el pasto banderita debería estar presente, están sujetas a diversos grados de deterioro (Melgoza *et al.*, 1998). En estas áreas, la severidad del deterioro requiere de la aplicación de tecnologías para su recuperación y es precisamente la siembra de pastos, arbustos y árboles forrajeros, una de las opciones para recuperar su productividad. El Estado de Durango, cuenta con 12.23 millones de ha, de las cuales alrededor de 50% está constituido por pastizales, mismos que son utilizados como la única fuente de alimento por el ganado en libre pastoreo. No obstante, amplias superficies de los agostaderos presentan un alto grado de deterioro provocado por el sobrepastoreo así como por otros factores como la sequía y falta de obras de conservación de suelo y agua. En situaciones como las descritas anteriormente, la resiembra de tierras de pastoreo con semillas mejoradas de pastos nativos que se adapten a una amplia gama de suelos y condiciones climáticas son una alternativa viable. No obstante, en nuestro País se ha generado poca información en torno a la caracterización de la calidad nutritiva de ecotipos de pastos nativos como el pasto banderita. El objetivo del trabajo fue determinar la composición química y el valor relativo de forraje de ecotipos del pasto banderita.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El trabajo se desarrolló en el ejido Tuitán, municipio de Nombre de Dios, Durango. El suelo es rojo castaño, de origen volcánico, textura franco arenosa y con buen drenaje. El área se ubica a 24° 01' 11" de latitud norte y a los 104° 15' 51" de longitud oeste, a 1883 msnm. La precipitación media anual es de 450 mm y la temperatura media es de 18 °C. Los análisis químicos se realizaron en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Se utilizaron nueve ecotipos de pasto Banderita identificados aleatoriamente con los siguientes números: 5, 47, 62, 125, 181, 241, 303, 357, 417 y la variedad comercial El Reno. El material se obtuvo de un banco de ecotipos conservado en el Colegio de Postgraduados, *Campus* SLP, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí.

Manejo y siembra de los ecotipos. La siembra se realizó en invernadero en charolas comunes, tipo almácigo. La semilla se sembró en cama de peat moss y se cubrió con vermiculita fina. Los riegos se dieron diariamente. A 20 días post.-siembra, se trasplantó a charolas individuales cuyo sustrato consistió en suelo del mismo agostadero y los materiales se trasladaron a vivero para su desarrollo. Desde la germinación hasta el trasplante a campo, se regó de acuerdo a la necesidad de humedad. A los 49 días después de la siembra, se fertilizó con triple 17 a razón de 3 gr por litro y se aplicó medio litro de agua por charola. El trasplante en campo se hizo en tierra a capacidad de campo, 56 días después de la siembra. Durante el traslado, las plantas estaban protegidas contra la convección del aire y radiación solar. La preparación de la cama de siembra consistió en barbecho y rastra cruzada con un riel para emparejar el suelo. En el trasplante se establecieron cuatro parcelas de cada ecotipo con 25 plantas cada parcela. El establecimiento fue en cinco surcos equidistantes a 80 cm con distancia entre plantas de 50 cm. El desarrollo de las plantas en campo fue en condiciones de temporal y las parcelas se mantuvieron libres de maleza, sin fertilización. El muestreo de plantas para el análisis de la composición química y la digestibilidad se realizó en el momento en que las plantas se encontraban en floración. Se cortaron tres plantas (repeticiones) por cada ecotipo a una altura de cinco cm del suelo y se mantuvieron en bolsas independientes para su separación por componentes: hoja, tallo, vaina, inflorescencia y material muerto.

Análisis estadístico. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar cuyo factor de bloqueo fue la pendiente de las parcelas y la prueba de la diferencia mínima significativa para detectar diferencias entre medias. En el análisis de los datos se utilizaron los procedimientos de GLM y MEANS de SAS (2003).

Análisis químicos. A cada componente de las plantas de los ecotipos se les determinaron los contenidos de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina (L) (AOAC, 2005) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (Ankom, 2008). El valor relativo de forraje (VRF) se calculó con las formulas propuestas por Minson (1990): $DIVMS=88.9-(0.779*\%FDA)$; $CMS=120/\%FDN$; $VRF=(DIVMS*CMS)/1.29$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta la composición química y valor relativo de forraje de hojas, tallos e inflorescencia de ecotipos de pasto banderita. Los valores de PC de las hojas, tallos, e inflorescencia de los ecotipos 5, 241 y 303 fueron los más altos, los más bajos se registraron en los ecotipos, 357, 125 y 125 respectivamente ($P<0.05$). Todos los valores de PC de las hojas de los ecotipos 47, 181, y 303 en inflorescencia, cubren los requerimientos de PC de rumiantes en pastoreo (NRC, 2000; 7.0 % PC). Las diferencias en los contenidos de PC entre los ecotipos pueden explicarse a partir de los contenidos de FDN (Hackmann *et al.*, 2008). Los valores más altos de FDN en las hojas, tallos, e inflorescencia se observaron en los ecotipos 357, 125 y 125 en forma respectiva; los valores más bajos resultaron en los ecotipos 125, 303, y 417, respectivamente ($P<0.05$); mientras que los contenidos más altos de FDA en hojas, tallos e inflorescencia se registraron en los ecotipos 5, 5 y 125; el ecotipo 62 presentó los valores más bajos de FDA, tanto en hojas, como en tallos e inflorescencia ($P<0.05$). De igual manera, los contenidos de L más altos en hojas, tallos, e inflorescencia se registraron en los ecotipos 5, 47 y 47 y los más bajos en los ecotipos 125, 241 y El Reno, respectivamente ($P<0.05$). La DIVMS fue más

alta en las hojas del ecotipo 241 y la más baja en el ecotipo 5 ($P < 0.05$). Sin embargo, no se observaron diferencias en la DIVMS en las hojas de los ecotipos 241, 125, 303 y 417 ($P > 0.05$). Las diferencias observadas entre ecotipos en los valores de DIVMS pueden explicarse a partir de los contenidos de FDN, FDA y L, puesto que existe una relación inversa entre estos componentes y la digestibilidad (Van Soest, 1994). En las hojas, el VRF más alto lo presentó el ecotipo 125, mientras que el más bajo se encontró en el ecotipo 62 ($P < 0.05$). Ambos valores representan una baja calidad nutritiva de las hojas de los ecotipos, puesto que forrajes con valores inferiores a 100 se consideran de bajo valor nutritivo (Minson, 1990). Al igual que con las hojas, los tallos del ecotipo 5 registraron los valores más bajos de DIVMS y los más altos en los tallos del ecotipo 241 ($P < 0.05$). Los valores más bajos de DIVMS y VRF en la inflorescencia fueron registrados en el ecotipo 125 y los más altos en el ecotipo 417, respectivamente ($P < 0.05$). Se ha generado poca información en torno a las variables de composición química y valor forrajero de los componentes de la planta de los ecotipos de zacate banderita, que fueron evaluados en el presente trabajo lo cual limita una discusión más amplia de los resultados obtenidos. Sin embargo, se reportan valores promedio de PC, DIVMS y energía metabolizable de la planta completa del pasto banderita de 4.0 %, 37.2 % y 1.55 Mcal/Kg MS, respectivamente (Minson, 1990). Tena *et al.* (1984) reporta valores de 6.5 % de PC para el pasto banderita en floración. Las hojas de todos los ecotipos así como los ecotipos 5, 47, 181, 241, 357 y 417 presentaron valores superiores al valor de PC de la planta completa del pasto banderita en floración. No obstante, los tallos de todos los ecotipos evaluados, registraron valores inferiores al valor promedio de PC de la planta completa de pasto banderita en floración. De igual manera, Ortiz (1976) reporta valores promedio de 42.4 % de DIVMS para el pasto banderita en floración, el cual es inferior a la DIVMS de las hojas, tallos e inflorescencia de todos los ecotipos evaluados en este estudio.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que los ecotipos 5, El Reno, 241, 417 y 62, presentaron los mejores atributos nutricionales. Sin embargo, las hojas, tallos e inflorescencia de los ecotipos evaluados en este trabajo registraron VRF inferiores a 100 lo cual indica baja calidad nutritiva. Se requieren estudios nutricionales adicionales para obtener una caracterización más profunda de la calidad nutritiva de los ecotipos de pasto banderilla que fueron evaluados en el presente estudio.

LITERATURA CITADA

- ANKOM, (2008). Procedures for fiber and *in vitro* analysis.
- AOAC, (2005). Official Methods of Analysis, AOAC International. 18th Ed., Association of Official Analytical Chemist, Washington DC. USA. pp: 212-220
- Blanco ME. (1972). Preferencia de zacates nativos e introducidos por bovinos en pastoreo. Pastizales. 3:1-6.
- COTECOCA. (1983). Las Gramíneas de México. Tomo I. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos 1983.
- Hackmann TJ, Sampson SD, and Spain JN. (2008). Comparing relative feed value with degradation parameters of grass and legume forages. J. Anim. Sci. 86:2444-2356.
- Melgoza CA, Royo MMH, Báez GAD y Reyes LG. (1998). Situación de los predios ganaderos después de cuatro años de sequía en las zonas áridas y semiáridas de Chihuahua. Campo Exp. La Campana. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico No. 4.
- Minson DJ. (1990). Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press. USA.
- NRC (2000). Nutrient Requirements of Domestic Animals, Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th edition, National Academy of Sciences. National Research Council. Washington, DC, USA.
- Ortiz MV. (1976). Digestibilidad *in vitro* de 10 gramíneas y un arbusto de Chihuahua. Boletín. Pastizales, RELC-INIP-SAG. Vol VII (5) p 2-6.
- SAS (2003). SAS User's Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.

Tena J, Ortiz V y Gámez F (1984). Composición química de zacates nativos, introducidos y arbustivas en cuatro estados fenológicos. Contenido y fluctuación de nutrientes de las especies forrajeras consumidas por el ganado en los agostaderos de Chihuahua. Boletín Pastizales. RELC-INIP.SARCH. vol. XV (1): 10-17

Van Soest, P.J. (1994). Nutritional Ecology of the Ruminant, 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca NY. USA.

Cuadro 1. Composición química y valor relativo de forraje de hojas, tallos e inflorescencia de ecotipos de *pasto banderita (Bouteloua curtipendula)*

Hoja						
Ecotipo	PC %	FDN %	FDA %	L %	DIVMS	VRF
5	14.8 ^a	69.9 ^{ab}	41.6 ^a	4.2 ^a	56.5 ^d	72.7 ^f
El Reno	10.2 ^b	68.8 ^{bc}	36.5 ^d	2.6 ^c	59.2 ^{ab}	81.8 ^b
47	8.9 ^b	69.1 ^b	39.0 ^b	3.5 ^b	58.3 ^b	78.6 ^c
62	10.0 ^b	68.3 ^c	28.4 ^e	2.5 ^c	57.8 ^c	71.8 ^f
125	9.9 ^b	67.1 ^d	36.6 ^d	2.5 ^c	60.2 ^a	86.4 ^a
181	10.3 ^b	70.6 ^a	39.8 ^b	3.5 ^b	58.2 ^{bc}	74.8 ^e
241	9.7 ^b	67.3 ^d	36.5 ^d	3.2 ^b	60.3 ^a	76.1 ^d
303	9.4 ^b	68.3 ^c	37.1 ^c	2.6 ^c	60.1 ^a	80.5 ^b
357	7.8 ^b	72.3 ^a	38.9 ^b	3.1 ^b	58.6 ^{bc}	77.8 ^{cd}
417	8.6 ^b	71.0 ^a	36.7 ^d	3.8 ^{ab}	60.2 ^a	76.2 ^d
EED	0.48	0.67	0.49	0.84	1.1	1.3
Tallos						
Ecotipos	PC %	FDN %	FDA %	L %	DIVMS	VRF
5	4.8 ^b	82.6 ^a	53.4 ^a	8.3 ^a	46.5 ^c	54.5 ^c
47	5.2 ^{ab}	80.3 ^b	51.1 ^c	8.6 ^a	49.1 ^{ab}	53.6 ^{cd}
62	5.1 ^{ab}	80.2 ^b	36.7 ^d	8.3 ^a	48.5 ^{ab}	52.8 ^d
125	2.8 ^c	82.7 ^a	52.4 ^a	7.6 ^b	47.8 ^{bc}	54.9 ^c
181	5.1 ^{ab}	82.3 ^a	50.9 ^c	7.5 ^b	48.4 ^{ab}	52.9 ^d
241	5.8 ^a	80.6 ^a	50.6 ^c	7.2 ^b	49.6 ^a	59.1 ^a
303	5.3 ^{ab}	78.6 ^d	51.3 ^c	8.0 ^a	48.1 ^b	54.8 ^c
357	5.5 ^{ab}	79.5 ^{cd}	51.9 ^b	8.4 ^a	48.5 ^{ab}	57.9 ^b
417	4.2 ^b	80.5 ^b	52.5 ^{ab}	7.6 ^b	48.9 ^{ab}	57.8 ^b
EED	0.48	0.28	0.94	0.62	1.6	1.4
Inflorescencia						
Ecotipos	PC %	FDN %	FDA %	L %	DIVMS	VRF
5	6.7 ^{bc}	78.9 ^{bc}	48.1 ^a	6.0 ^a	52.4 ^b	64.1 ^a
El Reno	4.9 ^{de}	78.3 ^{bc}	45.2 ^c	4.0 ^c	52.8 ^b	62.9 ^b
47	7.0 ^{abc}	78.5 ^{bc}	48.5 ^a	6.3 ^a	51.8 ^{cd}	61.9 ^c
62	5.8 ^{cd}	77.4 ^c	31.2 ^d	6.2 ^a	51.6 ^{cd}	60.3 ^c
125	3.5 ^e	81.4 ^a	49.4 ^a	5.3 ^b	50.1 ^d	56.8 ^e
181	7.5 ^{abc}	78.5 ^b	47.1 ^b	5.4 ^b	52.1 ^b	62.6 ^b
241	7.1 ^{abc}	77.8 ^c	45.7 ^c	4.4 ^c	52.4 ^b	59.9 ^d
303	8.5 ^a	77.0 ^c	45.1 ^c	5.5 ^b	53.7 ^{ab}	63.0 ^b
357	6.8 ^{abc}	79.7 ^b	48.5 ^a	5.9 ^b	50.0 ^d	57.4 ^e
417	6.6 ^{ab}	76.5 ^d	45.4 ^c	5.4 ^b	54.0 ^a	65.4 ^a
EED	0.52	0.34	0.79	0.58	2.3	1.9

^{abcde} Medias dentro de columnas con literales distintas son diferentes (P<0.05); EED: Error estándar de la diferencia entre medias

EFFECTO DEL FUEGO SOBRE LA DIVERSIDAD DE ROEDORES EN EL PASTIZAL AMACOLLADO, EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

FIRE EFFECT ON THE RODENT DIVERSITY OF THE PASTURES AMACOLLADO IN THE STATE OF CHIHUAHUA

Ricardo Abel Soto-Cruz¹, Toutcha Lebgue-Keleng¹, Rey Manuel Quintana-Martínez¹,
José Roberto Espinoza-Prieto¹, Salvador Balderrama-Castañeda¹,
Hugo Manuel Gaytan-Torres¹, José C. Villalobos²

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. ²Texas Technological University. Periférico Francisco R. Almada km. 1 C.P. 31453 rsotouach.mx

RESUMEN

Durante la recuperación de la vegetación, la composición de especies de mamíferos, una zona puede cambiar o permanecer relativamente inalterada. Algunas especies de roedores pueden ser favorecidos por el fuego, en sustitución de otras especies previamente más comunes. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la quema prescrita en las pequeñas comunidades de mamíferos en el desierto de Chihuahua. El trabajo se llevo a cabo en el Rancho Palos Blancos en el municipio de Villa Ahumada, en un pastizal dominado por tobosa durante un periodo de 15 meses. Los tratamientos utilizados fueron Control, Quema de Invierno y Quema de Verano, con cinco parcelas por tratamiento y 50 trampas por tratamiento. Se identificaron 10 especies de roedores. *Reithrodontomys megalotis*, fue la especie más abundante con el 33.58% del total de las capturas.

INTRODUCCIÓN

Muchas especies de fauna silvestre se benefician de una mezcla diversa de pastos, hierbas y arbustos, a menudo prefiriendo zonas de transición entre las diferentes comunidades de vegetación (Fuller 1991, Wade y Lundsford 1989). Muchos animales dependen de la forma y la altura de los arbustos y cubierta arbórea, conocida como la estructura vegetativa y la cual puede ser totalmente destruida por el fuego por un período de tiempo (Britton 2005). Los ratones, topes y ardillas de tierra se desplazan cuando el fuego elimina esa estructura de un área; a menudo evitan incluso los fuegos intensos escondiéndose en sus madrigueras, pero su supervivencia está determinada por la cantidad de los restos de suministro de alimentos. Este factor probablemente pueda explicar la reducción en el número de ratones herbívoros después de la quema y su posterior aumento. Fa y Sánchez-Cordero (1993) encontraron que entre las respuestas de pequeños mamíferos a los cambios de hábitat inducidos por el fuego se incluye una disminución en la abundancia, correlacionada con una cubierta vegetal reducida. Los efectos inmediatos del fuego en animales son variados y dependen de la duración y la intensidad del fuego y del tipo de refugio a disposición de los animales durante el evento. Algunas especies responden positivamente al fuego, como aquellas que requieren una capa herbácea relativamente abierta y se alimentan de semillas y/o insectos. Ejemplos de tales especies incluyen el ratón hispido de bolsillo (*Perognathus hispidus*), el ratón saltamontes del sur (*Onychomys torridus*) y el ratón venado (*Peromyscus maniculatus*). Aquellas especies que responden negativamente son designados como fuego-negativo, tales como los roedores que se asocian con los residuos de las plantas y/o se alimentan de follaje, como las ratas monteras (*Neotoma spp*) y el ratón silvestre orejudo (*Reithrodontomys megalotis*) (Kaufman et al. 1990). Las poblaciones cuyo microhábitat principal se ve aumentado por el fuego son propensas a mostrar un aumento poco después. Las formas bipedales tales como la rata canguro (*Dipodomys sp*) a menudo se alimentan en zonas abiertas, mientras que las formas cuadrúpedas tales como ratones de bolsillo (*Perognathus sp*), por lo general forrajean en las proximidades (Kaufman et al. 1990). El fuego puede favorecer formas

bípedas porque crea un microhábitat abierto, mientras que obstaculiza formas cuadrúpedas, ya que reduce la cobertura vegetal (Price and Waser 1984). En general, los efectos directos de los incendios en los animales son mínimos. La mayoría de las especies son capaces de escapar y la mortalidad inducida por el fuego es rara (Wright and Bailey 1982). Los efectos indirectos de los incendios sobre la población animal, tales como cambios en la estructura de la vegetación y la cantidad y la calidad de los recursos forrajeros, son mucho más importantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el rancho Palos Blancos, en un área de 7.5 ha en la región central del estado de Chihuahua, México, (Fig.1). El sitio de estudio se encuentra a 200 km al norte de la ciudad capital de Chihuahua, (30°20'43"N 106°12'19"O). El objetivo fue identificar la diversidad de especies de roedores del pastizal amacollado.

Según Köppen modificado por García (2004), el área de estudio tiene un clima semiárido templado. La temperatura media anual es de 16.3°C y las extremas de 40°C durante el verano y - 10°C durante el invierno, con un período medio libre de heladas de 200 días. La precipitación media anual es de 300 mm que se producen principalmente durante julio, agosto y septiembre, de 8 a 9 meses secos. Los suelos son principalmente de origen aluvial y coluvial en menor medida. Profundidad promedio del suelo es de 25 a 50 cm, el color es marrón oscuro, las texturas del suelo son de arena y limos, arcilla-margas y arenas arcillosas. La topografía es gran meseta y en algunas partes con colinas, pendiente varía de 0 a 4%. El sitio de estudio tiene una elevación de 1,200 msnm. Los pastos dominantes son zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*) y toboso (*Hilaria mutica*), con la presencia de algunas otras hierbas en bajas densidades. Los arbustos presentes en la zona son chamizo (*Atriplex canescens*) y mezquite (*Prosopis juliflora*).

Muestreo de vegetación. Un total de 15 parcelas de 0.5 ha de superficie fueron seleccionadas en el área de estudio. Los tratamientos fueron: Control (C), Quema de Invierno (QI) y Quema de Verano (QV). Se midieron las parcelas y se delimitaron con banderolas de color amarillo para la QI, naranja para la QV y blanco para el C. Los tratamientos fueron asignados aleatoriamente a cada una de las parcelas con cinco parcelas por tratamiento. Las parcelas de estudio tenían una cobertura de toboso de 90%. La quema de invierno se llevó a cabo durante marzo y la quema de verano en junio. Se establecieron líneas negras de 3 metros en el invierno para delimitar los tratamientos. Para el verano la quema de las líneas negras se prepararon de la misma manera que para el invierno. La técnica de ignición utilizada en las quemas de invierno y el verano fue franja de fuego. La carga de combustible fino se determinó previo a las quemas utilizando 15 cuadrantes m², uno por parcela. La carga de combustible promedio fue 2.343 kg / ha.

Muestreo de pequeños mamíferos

Ciento cincuenta trampas grandes tipo jaula plegables y Sherman pequeñas se utilizaron para determinar el efecto de la estación de la quema sobre los pequeños mamíferos, con un total de 50 trampas por tratamiento. Dos días al mes, sesiones nocturnas en directo, se llevaron a cabo entre septiembre de 2002 a marzo de 2003 para el tratamiento de quema de invierno y las parcelas de control. Esto dio lugar a un total de 100 trampas, antes de la quema de invierno la cual se realizó en marzo de 2003. Entre abril de 2003 a diciembre de 2003, se utilizaron 150 trampas en las quemas de invierno y de verano y en las parcelas control. La quema de verano se llevó a cabo en junio de 2003. Se registró el número de especies, sexo y edad conforme a Ahlgren (1966). Dos líneas de trampas de 160 m de largo y 30 m de ancho se establecieron antes del atardecer y revisadas por la mañana y la tarde siguiente. Las trampas fueron retiradas el segundo día antes del atardecer. Diez trampas por parcela, situadas a 30 metros de distancia entre ellas, se cebaron con harina de avena y mantequilla de maní dos noches consecutivas (Simons 1991; Fa y Sánchez-Cordero 1993). Análisis Estadístico. Se aplicó un análisis de correspondencias simple mediante Minitab para comparar las diferencias en la composición de la población de ratones.

RESULTADOS

La abundancia relativa de cada especie utilizada en este estudio, es el porcentaje de las observaciones totales de todas las especies. Se registraron un total de 131 capturas, el éxito promedio trampa fue de 3.3% (rango 0-10.5%). Diez especies fueron registradas en el área de estudio durante el período de 15 meses. La mayor frecuencia de captura fue siempre en las parcelas no quemadas. Las especies capturadas fueron: *Reithrodontomys megalotis*, *R. fulvescens*, *Onychomys torridus*, *Perognathus penicillatus*, *P. flavus*, *Peromyscus maniculatus*, *P. boylii*, *Neotoma micropus*, *Spermophilus mexicanus* y *Sigmodon hispidus*. Cuatro especies fueron las más comúnmente capturadas: (*R. megalotis*, *O. torridus*, *P. flavus* y *P. maniculatus*). Las otras seis especies estuvieron representadas en baja proporción y pocas capturas. *Reithrodontomys megalotis*, fue la especie más abundante con el 33.58% del total de las capturas. Las poblaciones no fueron estimadas por técnicas disponibles de captura-recaptura ya que la suma de las recapturas por especie para la mayoría de los períodos trampa era demasiado baja para utilizar estos métodos (Bock and Bock, 1978, Fala 1975, McGee 1976, Arnason y Baniuk 1978). La QI tuvo más diversidad de especies. La composición de especies cambió poco entre el C y los tratamientos QI y QV. Las especies capturadas en las parcelas de la QI, tuvieron la oportunidad de utilizar las parcelas no quemadas adyacentes en el área de estudio, mientras que la reducción en el número de especies y de los individuos en la QV, se debió al efecto directo de la quema de las parcelas de la QV y al efecto remanente de las parcelas quemadas en la QI, que aumento la zona sin cobertura vegetal. Así mismo, este bajo número de especies capturadas en las parcelas de la QV, fue causado probablemente por su escasa supervivencia, alta depredación, la emigración o una combinación de estos factores. Los resultados del análisis de correspondencias simple mostraron que *R. megalotis*, *O. torridus*, *P. flavus* y *P. maniculatus* se asociaron con la quema controlada.

Cuadro 1. Número de individuos por especie capturada, antes y después de la aplicación de la quema de invierno (marzo de 2003) y la quema de verano (junio de 2003) en Rancho Palos Blancos, Chihuahua, México.

Especie	Control antes de quema	Quema de invierno	Quema de verano	Total Control	Total QI y QV
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	37	6	1	37	7
<i>Onychomys torridus</i>	3	6	19	3	25
<i>Perognathus flavus</i>	10	12	4	10	16
<i>Peromyscus maniculatus</i>	6	3	13	6	16

CONCLUSIONES

Antes de la aplicación de fuego, 52 individuos fueron capturados, y después de la aplicación de fuego, 79 individuos fueron capturados. Los cambios en la diversidad y abundancia de pequeños mamíferos en los tratamientos con quema están relacionados con los cambios de vegetación. La mayor frecuencia de captura de mamíferos pequeños fue en las parcelas Control. Por lo tanto, la respuesta del pequeño mamífero se considera no tanto como una respuesta directa al fuego, sino como una respuesta a la alteración del hábitat. *Reithrodontomys megalotis* y *Perognathus flavus*

fueron las especies más comunes en las parcelas Control. Las parcelas quemadas fueron dominados por *Onychomys torridus*, *Peromyscus maniculatus* y *Perognathus flavus* (Cuadro 1). Se encontraron diferencias importantes en la composición de las especies entre las parcelas sin quemar y quemadas, lo que lleva a la conclusión de que la quema prescrita tiene un impacto en la distribución espacial y temporal y la abundancia de especies de pequeños mamíferos.

LITERATURA CITADA

- Ahlgren, CE. (1966). Small mammals and reforestation following prescribed burning. *Journal of Forestry*. 64:614-618.
- Arnason, AN, L. Baniuk. (1978). POPAN-2: a data maintenance and analysis for mark-recapture data. Charles Babbage Research Centre, St. Pierre, Manitoba, Canada, 269 pp.
- Bock, CE, JH Bock. (1978). Response of Birds, Small Mammals, and Vegetation to Burning Sacaton Grasslands in Southeastern Arizona. *Journal of Range Management* 31(4).
- Britton, CM.(2005). Observations On Fire And Wildlife. Pages 42-53 in C. G. Brown and D. Rollins, editors. *Fire as a Tool for Managing Wildlife Habitats in Texas*. Texas Cooperative Extension, San Angelo. USA.
- Fa, J E, V. Sánchez-Cordero. (1993). Small mammal population responses to fire in a Mexican high-altitude grassland. *J. Zool., Lond.* 230, 343-347.
- Fala, R A.(1975). Effects of Prescribed Burning on Small Mammal Populations in a Mixed-Oak Clearcut. *J. Forestry* 75:586-587.
- Fuller, M. (1991). *Forest fires: an introduction to Wildland fire behavior, management, firefighting, and prevention*. New York: John Wiley and Sons.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. 2 ed. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Kaufman, D W, EJ Finck, GA Kaufman. (1990). Small mammals and grasslands fires. Pages 46-80 in S. L. Collins and L. L. Wallace (eds). *Fire in North American Tallgrass Prairies*. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, USA.
- Kilpatrick, ES, DB Kubacz, DC Guynn, JD Lanham, TA. Waldrop. (2004). Gen. Tech. Rep. SRS-71. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. pp. 18-22
- McGee, JM. (1976). *Some Effects Of Fire Suppression And Prescribed Burning On Birds And Small Mammals In Sagebrush*. Ph.D. Dissertation. University of Wyoming, Laramie, Wyoming, USA.
- Price, MV, NM Waser. (1984). On the relative abundance of species: postfire changes in a coastal sage scrub rodent community. *Ecology* 65:1161-1169.
- Wade, DD, JD. Lunsford. (1989). *A guide to prescribed fire in southern forests*. U.S. Department of Agriculture Forest Service Technical Publication R8-TP 11. Atlanta, GA.
- Wright, HA, AW Bailey. (1982). *Fire Ecology*. John Wiley and Sons, New York.

PLANTAS PRESENTES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA CON REPORTE DE USO VETERINARIO

PLANTS FROM CHIHUAHUA WITH VETERINARY USE

Mario H. Royo Márquez¹, J. Santos Sierra Tristán¹, Alicia Melgoza Castillo².

¹ INIFAP. Sitio Experimental La Campana. Km 33.3 carretera Chihuahua-Ojinaga, Aldama, Chih. México. C.P. 32910. ² UACH. Facultad de Zootecnia y Ecología. R. Almada, Km 1 de la carretera Chihuahua-Cuauhtémoc. Chihuahua, Chih. México. C.P. 31031. royo_inifap@yahoo.com.mx

RESUMEN

La validación del conocimiento empírico de los recursos vegetales contribuye a la producción pecuaria de manera económica y sustentable. El objetivo del presente trabajo fue realizar un listado de plantas con uso veterinario presentes en el estado de Chihuahua. La información se obtuvo de literatura especializada, bases de datos botánicos con registros para Chihuahua, herbarios del norte de México y Suroeste de Estados Unidos. El listado incluye nombre científico, nombre común, uso veterinario, que enfermedad curan y en que animales domésticos son empleadas. Se incorporo información sobre aquellas especies que contaban con estudios químicos y farmacológicos que corroboraran su uso. Como resultados se registraron 41 familias, 70 géneros, 86 especies y 9 infrataxa, de plantas que se utilizan para curar animales domésticos. Las especies nativas corresponden al 71.6%, las introducidas 26.3% y 2.1% de origen incierto; con un total de 172 usos veterinarios. Del total de plantas 50.5% no cuentan con estudios farmacológicos, 32.6% mostró efectividad en al menos uno de los usos veterinarios y en el 16.8% se han realizados estudios parciales, sin resultados contundentes. Existe un alto potencial de las plantas en la cura de animales, sobre todo en las comunidades indígenas debido al alto numero de especies que se reportan. El conocimiento químico y farmacológico de las especies nativas es bajo en relación a las plantas introducidas, dando la pauta a la necesidad de realizar mas investigación sobre éstas.

Palabras clave: plantas útiles, fitoquímica, animales domésticos

INTRODUCCIÓN

El conocimiento empírico de los recursos vegetales ha sido desarrollado por el hombre desde su aparición y transmitida de manera oral a través de las generaciones. En la actualidad este conocimiento persiste en las comunidades rurales, principalmente en los pueblos indígenas. Sin embargo, la suplementación externa de productos ha reducido el uso de las plantas útiles y el conocimiento que de ellas se tenía (González, 2012). Dentro de este rubro se encuentran las plantas utilizadas en la cura de animales domésticos. Que si bien es cierto puede ser impráctico en las explotaciones pecuarias tecnificadas, es de gran utilidad en las unidades de producción familiares de bajos recursos (Palacios, 2004), donde el manejo veterinario depende de los recursos vegetales con los que cuenta la región. Los beneficios son directos al evitar las pérdidas económicas por muerte de animales, aunado al no tener costo la asesoría técnica y compra de medicamentos. Aunque son pocos los estudios de etnoveterinaria realizados en México, diversos trabajos sobre plantas medicinales mencionan el uso veterinario (Minor, 1981; Royo y Melgoza, 2001; UNAM, 2009) y América Latina. En un trabajo realizado por Rodríguez *et al.*, (2005) en la Reserva Natural El Tisey, Nicaragua, se reportan 54 plantas distribuidas en 36 familias. Las plantas mas utilizadas fueron: *Matricaria chamomilla*) utilizada para controlar cólicos en equinos, *Tillandsia usneoides* y *Hylocereus costaricensis*, ambas manejadas en problemas de distocia en vacas. En las Sierras de Córdoba, Argentina se reportan 70 plantas ubicadas en 39 familias botánicas y con 127 usos veterinarios, donde las plantas nativas se utilizan mayormente en el al ganado vacuno y se utilizan principalmente en problemas de piel como cicatrizante, desinfectante y en el tratamiento

de desordenes digestivos (Martínez y Luján, 2011). Para la región Del Chaco, Argentina se reportan un total de 81 usos veterinarios para 61 especies de plantas que corresponden a 54 géneros y 37 familias. El ganado vacuno, seguido de los equinos y perros son los que reciben en mayor atención. Alrededor del 50% de los remedios se emplean como vulnerarios, oxitócicos, purgantes, antidiarreicos y expectorantes (Scarpa, 2000). El objetivo del presente trabajo fue realizar un listado de plantas con uso veterinario presentes en el estado de Chihuahua y el estado farmacológico de las especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las especies se seleccionaron de una base de datos con cuatro mil registros para el estado (Melgoza *et al.*, 2005) y de literatura relacionada con usos de plantas y específicamente veterinaria (Martínez, 1992; Royo y Melgoza, 2001; González *et al.*, 2004; González *et al.*, 2006). En forma adicional se consultaron los herbarios de Facultad de Zootecnia y Ecología, de la Universidad Autónoma de Chihuahua (FZUACH), New Mexico State University (Las Cruces, New Mexico, USA), Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (Saltillo, Coahuila, México), University of Texas (Austin, Texas, USA), Sul Ross State University (Alpine, Texas) y del Instituto de Biología de la UNAM. Además, se consulto en la literatura el estado de conocimiento de la fitoquímica y etnofarmacia de las plantas enlistadas y se clasificaron en: sin estudios aparentes, con resultados parciales y estudios corroborados en al menos uno de sus usos veterinarios (Minor, 1981; Johnson y Moreno, 1995; Scarpa, 2000; Rodríguez *et al.*, 2005; UNAM 2009; Martínez y Luján; 2011). La información fue capturada en una base de datos en el programa Excel que incluye: nombre científico, autor, origen, tipo de vegetación, ciclo de vida, forma de crecimiento, nombre común y observaciones (Bye, 1986; Royo y Melgoza, 2001; USDA-Plant-Database, 2004; González *et al.*, 2006; Melgoza *et al.*, 2008; Vibrans, 2012). Los nombres científicos, sinonimias y autores de las especies fueron consultados en la página web Tropicos (2013). En cuanto a las características fitogeográficas de las especies se les clasificó en nativas, introducidas (exóticas que se han naturalizado en los diferentes ambientes) y cultivadas (incluye ornamentales). Las familias, géneros, especies, subespecies y variedades se enlistaron en orden alfabético, no filogenético.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinaron 86 especies y 9 infrataxa de plantas reportadas con uso veterinario, ubicadas en 41 familias y 70 géneros. El mayor número de registros especies pertenecen a las familias Asteraceae, Cactaceae, Solanaceae y Agavaceae con 11, 8, 7 y 7, respectivamente. Entre las cinco familias mas abundantes se ubica el 41.1 y 34.3% de la riqueza específica y genérica, respectivamente, de las plantas con uso veterinario para el Estado (Cuadro 1). El 71.6% de las plantas medicinales reportadas en este trabajo son nativas, 2.1 de origen incierto y el resto 26.3 % son introducidas, esto incluye algunas cultivadas y ornamentales.

Cuadro 1. Familias con mayor número de especies de plantas con uso veterinario en Chihuahua.

Familia	Géneros	Especies	Infrataxa	Taxa	%
Asteraceae	10	11	0	11	11.6
Cactaceae	4	6	2	8	8.4
Solanaceae	3	6	1	7	7.4
Agavaceae	2	6	1	7	7.4
Lamiaceae	5	6	0	6	6.3
Otras	46	51	5	56	58.9
Total	70	86	9	95	100

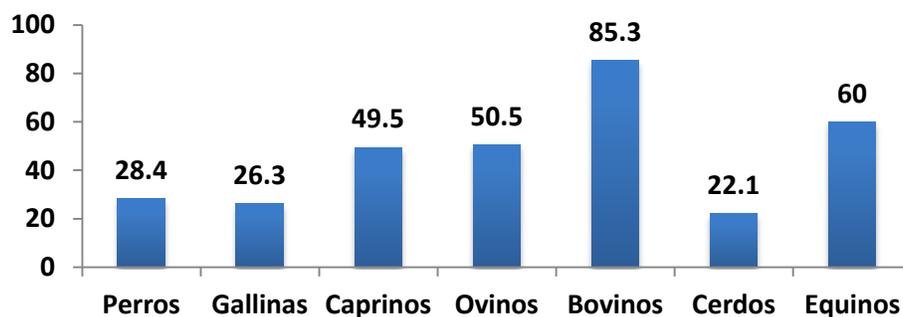


Figura 1. Porcentaje de plantas utilizadas en la cura de animales domésticos.

Cuadro 2. Listado de plantas usadas para curar fracturas, golpes, heridas y reumatismo.

Nombre científico	Nombre común	Origen
<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Mezcal	Nativa.
<i>Eryngium carlinae</i> F. Delaroché	Hierba o motita de sapo	Nativa.
<i>Ligusticum porteri</i> J.M. Coult. & Rose.	Chuchupate, Chuchupaste	Nativa.
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	Resinosa, Tatalencho	Introducida.
<i>Heterotheca inuloides</i> Cass.	Arnica de campo o monte	Nativa.
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Manzanilla	Introducida.
<i>Tiquilia canescens</i> (A. DC.) A.T. Richardson	Regeneradora, Cenizo	Nativa.
<i>Opuntia engelmannii</i> Engelm.; Guzmán & Mandujano	Nopal	Nativa.
<i>O. ficus-indica</i> (L.) Miller	Nopal, tuna	Nativa.
<i>O. phaeacantha</i> Engelm.	Nopal	Nativa.
<i>O. polyacantha</i> Haworth	Nopalito	Nativa.
<i>O. rastrera</i> F.A.C. Weber	Nopal rastrero	Nativa.
<i>Cannabis sativa</i> L. var. <i>indica</i> (Lam.) Wehmer	Marihuana	Introducida.
<i>Commelina tuberosa</i> L.	Hierba del pollo, clavelillo	Nativa.
<i>Cucurbita foetidissima</i> Kunth	Calabacilla loca, Calab. hedionda	Nativa.
<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla, Oliráki, Ricino	Introducida.
<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	Huinare	Nativa?
<i>Sida acuta</i> Burm. F.	Malva	Nativa.
<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schldt	Ocote, Tuusha, Wiyoko	Nativa.
<i>Plantago major</i> L.	Llantén, Roro, Anten	Nativa.
<i>Plumbago scandens</i> L.	Plumbago	Nativa.
<i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de vaca	Nativa.
<i>Clematis dioica</i> L.	Barbas; de chivo, de viejo	Introducida.
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Durazno	Introducida.
<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. Ex DC.) Bullock	Iwíchuri, Copalquín	Nativa.
<i>Citrus aurantium</i> L. (C. vulgaris)	Naranja agria	Introducida.
<i>Capsicum annuum</i> L.	Chile	Nativa.
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>glabriusculum</i> (D.) H. & Pick.	Chile de iguana, piquín, de monte, Sibili	Nativa.
<i>Datura inoxia</i> Mill.	Toloache chino, Tikúwarí	Introducida.
<i>D. quercifolia</i> Kunth	Toloache hoja de encino	Nativa.
<i>D. stramonium</i> L.	Toloache, Belladona	Nativa.
<i>S. nigrum</i> L.	Hierba mora	Nativa.
<i>Aloe vera</i> L. Burm. F.	Zábila	Introducida.
<i>Larrea tridentata</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Coville	Gobernadora, Guamis	Nativa.

De las 95 plantas reportadas en este trabajo, la literatura menciona para ellas 172 usos veterinarios. Un 35.8% de los usos son para quebraduras, golpes, heridas y reumatismo (Cuadro 2). Otro 35.8% es usado en problemas digestivos (diarreas, estreñimiento, cólicos). El 26.3% se utiliza para enfermedades infecciosas, 14.7% en fiebres, 13.7% en distocia en rumiantes y 10.5%

para tratar afecciones por endo y ecto parásitos. El 10% restante se utiliza en diversas afecciones. Por su toxicidad no se recomienda el uso interno en las siguientes especies: *Cucurbita foetidissima*, *Ricinus communis*, *Argemone mexicana* y *Gymnosperma glutinosum*; pero si usar de manera externa. La Figura 1 muestra en que animales son mas frecuentes el uso de plantas, donde los bovinos presentan el mayor porcentaje. De manera similar Rodríguez *et al.*, (2005) reportan el 83% de uso de plantas medicinales en el ganado vacuno en la Reserva Natural El Tisey, Nicaragua.

El 50.5% de las plantas que se utilizan en la cura de animales no tienen estudios químicos y farmacológicos de eficacia. Un 16.8% están parcialmente estudiadas sin resultados contundentes que justifiquen científicamente su uso. Por último, solo el 32.6% presentan resultados que corroboran su efectividad en al menos uno de sus usos en la cura de animales. Del total de plantas introducidas el 60% presentan estudios químicos y farmacológicos que corroboran su eficacia en al menos uno de sus usos veterinarios. Mientras que en las nativas sólo el 22.9% han sido estudiadas, lo que indica un conocimiento mas amplio en la etnofarmacia de las introducidas.

CONCLUSIONES

Existe un alto potencial de las plantas en la cura de animales domésticos, sobre todo en las comunidades indígenas. Los rumiantes y equinos son los animales domésticos donde se tienen registrados el mayor porcentaje de usos veterinarios de las plantas. Hace falta estudios de investigación etnobotánica en las comunidades indígenas y rurales en la atención y cura de animales domésticos. El conocimiento químico y farmacológico de las especies nativas es muy bajo en relación a las plantas introducidas, dando la pauta a la necesidad de realizar mas investigación de este tipo a las especies nativas para corroborar su efectividad en los usos empíricos de cura de animales domésticos.

LITERATURA CITADA

- Bye R A. (1986) Medicinal plants of the Sierra Madre comparative study of Tarahumara and Mexican market plants. *Economic Botany* 40 (1):103-124.
- González E M, I L López E, M S González E, J A Tena F (2004) Plantas Medicinales del estado de Durango y zonas aledañas. CIIDIR, Durango, Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. 208 p.
- González G J C, X Madrigal S, A Ayala B, A Juárez C, E Gutiérrez V. (2006) Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la Región de Tierra Caliente del Estado de Michoacán, México. *Livestock Research for Rural Development. Volume 18, Article #109*. Retrieved Sep. 5, 2013, from <http://www.lrrd.org/lrrd18/8/gonz18109.htm>. (8 mayo 2013).
- González M F. (2012) Plantas útiles e impacto humano en las zonas áridas y semiáridas del norte de México. 145-156 p. En: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/668/plantas.pdf>. (9 julio 2013)
- Johnson G D, S F Moreno S. (1995) Compendio fitoquímico de la medicina tradicional herbolaria de Sonora. Cideson-Conacyt. 297 p.
- Martínez Z M. (1992) Plantas Útiles de San Lorenzo Acopilco, Distrito Federal. *Revista Ciencia Forestal en México*. 17 (71): 123-146.
- Martínez G J, M C Luján. (2011) Medicinal plants used for traditional veterinary in the Sierras de Córdoba (Argentina): An ethnobotanical comparison with human medicinal uses. En: <http://www.ethnobiomed.com/content/7/1/23>. (8 julio 2013).
- Melgoza C A, M H Royo M, J S Sierra T. (2005) Listado preliminar de la flora del estado de Chihuahua. 24 p. Resumen. Simposio Internacional "El conocimiento botánico en la gestión ambiental y el manejo de ecosistemas". 2do Simposio Bot. del Norte de México. Durango, Dgo.

- Melgoza C A, C R Morales N, J S Sierra T, M H Royo M, G Quintana M, T Lebgue K. (2008) Manual práctico para la identificación de las principales plantas en los agostaderos de Chihuahua. 2da. Edición. UGRCH. Fundación Produce Chihuahua. Chihuahua, Chih. 214 p.
- Minor G R. (1981) Prácticas empíricas veterinarias en algunas comunidades rurales en el estado de Nuevo León, México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. San Nicolás de los Garza, N.L. 57 p.
- Palacios L E E. (2004) Economía y plantas medicinales. CSI 52: 28-31. En: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/consejo/boletin52/pdf/a04.pdf>. (1 agosto 2013).
- Rodríguez F O R, E A Torríz-Centeno, R A Valenzuela-Betanco. (2005) Plantas utilizadas para el tratamiento de enfermedades en los animales domésticos, Reserva Natural El Tisey, Esteli. En: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Rodriguez2005Etnobotanica.pdf>. (8 julio 2013).
- Royo M H, A Melgoza. (2001) Listado florístico del Campo Experimental La Campana y usos de su flora. *Téc. Pec. Méx* 39 (2): 105-125.
- Scarpa G F. (2000) Plants employed in traditional veterinary medicine by the criollos of the Northwestern Argentine Chaco. *Darwiniana* 38(3-4): 253-265.
- Tropicos.org. (2013) Missouri Botanical Garden. En: www.tropicos.org. (8 de mayo 2013).
- USDA-Plant-Database. (2004) Plants Profile. Natural Resources Conservation Service. En: www.plants.usda.gov. (1 de septiembre 2011).
- UNAM. (2009). Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. En: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/index.php>. (1 julio 2013).
- Vibrans H. (2012) Malezas de México. CONABIO-Colegio de Postgraduados-SEMARNAT. En: www.conabio.gob.mx. (2 de mayo de 2013).

VARIABILIDAD FENOTÍPICA DE POBLACIONES DE ZACATE TEMPRANERO (*Setaria macrostachya* Kunth) EN CHIHUAHUA, MEXICO

PHENOTYPIC VARIABILITY OF POPULATIONS OF PLAINS BRISTLEGRASS (*Setaria macrostachya*) IN CHIHUAHUA, MEXICO

Carlos R. Morales Nieto¹, Alicia Melgoza Castillo¹, Otilia Rivero Hernandez¹,
Martin Martinez Salvador² y Pedro Jurado Guerra².

¹ Facultad de Zootecnia y Ecología, Km 1 Perif. Francisco R. Aldama, CP 3103. Chihuahua, Chih. ²
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Km 33.3 Carretera
Chihuahua-Ojinaga. cnieto@uach.mx

RESUMEN

El zacate temprano (*Setaria macrostachya* Kunth) es una gramínea nativa y de importancia forrajera, por lo que debido a malas prácticas de pastoreo, se han reducido sus poblaciones. El presente trabajo analizó la variabilidad morfológica de 44 poblaciones de zacate temprano del estado de Chihuahua. Individuos de cada población fueron trasplantados en un área común y bajo condiciones de temporal. Dos años después se midieron nueve características morfológicas en cada individuo. La altura total de planta varió de 49 hasta 96 cm y la del follaje de 20 hasta 63 cm. La densidad y grosor de tallos tuvo un rango de 12 a 67 cm y de 0.2 a 0.5 cm, respectivamente. Al correlacionar materia seca con las otras variables originales, se presentaron correlaciones significativas en variables como densidad de tallos ($r= 0.58$; $P\leq 0.0001$), altura de planta ($r= 0.53$; $P\leq 0.0002$) y altura de forraje ($r= 0.48$; $P\leq 0.0009$). El análisis de componentes principales explicó que los tres primeros componentes principales explican el 73.7% de la variación total observada. El análisis de conglomerados jerárquicos integró a cinco grupos basados en el método de ligamiento WARD. Las poblaciones 253, 308 y 323, originarias de los municipios de Villa Ahumada, Nuevo Casas Grandes y Nuevo Casas Grandes, respectivamente, fueron las que presentaron el mayor potencial para producción de forraje y que se pueden utilizar en programas de rehabilitación de pastizales.

Palabras clave: *Setaria macrostachya*, descriptores, variación morfológica, zacate temprano.

INTRODUCCIÓN

El zacate temprano (*Setaria macrostachya* Kunth) es una planta nativa de gran importancia forrajera y con amplia distribución en Chihuahua (Melgoza *et al.*, 2008). La amplia distribución de esta especie en los matorrales y pastizales medianos abiertos, refleja una amplia adaptación a diversos ambientes que dan lugar a diferentes ecotipos. El identificar estas diferencias morfológicas entre ecotipos, es importante para realizar evaluaciones *ex situ*, las cuales consisten en colocar a todos los ecotipos en un ambiente uniforme para detectar características morfológicas de importancia dentro de la especie (Erickson *et al.*, 2004; Morales, 2006). Estudios de caracterización morfológica realizados en *Festuca pratensis* presentaron una correlación significativa entre localidad de sitios muestreados y la diversidad de características morfológicas, sin embargo, estudios realizados con *Lolium multiflorum* no detectaron una correlación significativa (Peter-Schmid *et al.*, 2008). Por la importancia que representan las poblaciones nativas en las zonas áridas y semiáridas de México, se debe evaluar su variabilidad fenotípica. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la diversidad morfológica en poblaciones de zacate temprano presentes en el estado de Chihuahua, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el año 2006 se recolectaron 44 poblaciones de zacate temprano en 16 municipios del estado de Chihuahua, México (Figura 1). En cada sitio de muestreo se extrajeron cuatro plantas, con un diámetro de 2.5 cm y provista de raíz. La parte aérea se cortó a una altura de 15 a 20 cm y cada planta fue identificada con un número de colecta (Morales, 2009); cada población se considero ecotipos diferentes. Las plantas fueron colocadas en cajas con suelo húmedo para su transporte y trasplante en el Campo Experimental La Campana (INIFAP).

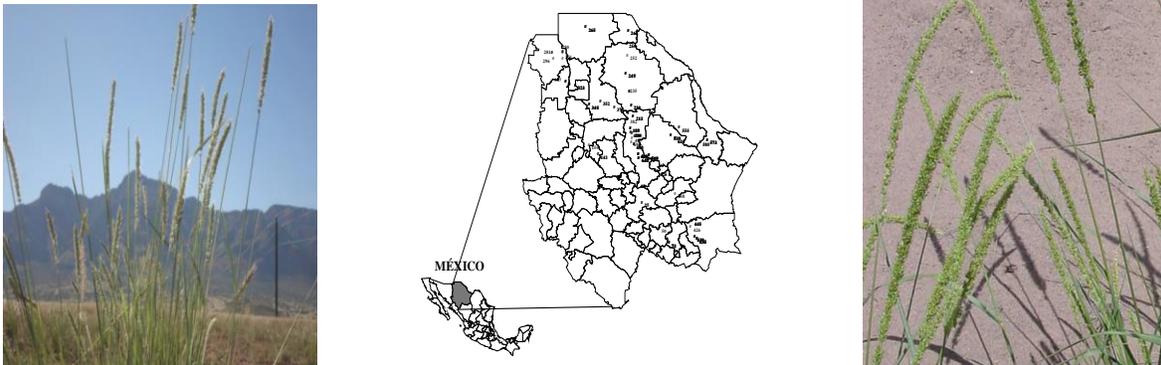


Figura 1. Ubicación de los sitios de recolecta de 44 poblaciones de zacate temprano (*Setaria macrostachya*) en Chihuahua, México.

El sitio donde se trasplanto el material es de topografía plana, suelos de origen aluvial con textura franco arenoso y pH de 6.5. El clima es seco templado con veranos cálidos BWk, temperatura media anual de 15 a 18°C y una precipitación promedio de 355 mm anuales (Royo y Lafón, 2008). Al momento del trasplante se aplico un riego de auxilio para asegurar su establecimiento. Posteriormente, las plantas se dejaron bajo condiciones de temporal. Se evaluaron las siguientes características: 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). Para el análisis de los datos se usó SAS (1999) y se realizó un análisis de componentes principales y conglomerados, utilizando el método de Ward. Para obtener el dendograma se utilizó el programa MINITAB v15.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura total de planta varió de 49 hasta 96 cm y la del follaje de 20 hasta 63 cm. La densidad y grosor de tallos tuvo un rango de 12 a 67 cm y de 0.2 a 0.5 cm, respectivamente. El ancho de la hoja fue de 0.5 a 1.6 cm y la longitud de 11.5 a 33 cm. La longitud de inflorescencia fue de 5 a 20 cm. El diámetro de macollo tuvo un rango de 3 a 12 cm. Los valores de materia seca fueron de 25 a 187 g/planta/35 días. La colección *ex situ* de estas poblaciones, demostró una amplia diversidad morfológica de esta especie. Esta diversidad se debe probablemente a las condiciones ambientales de los sitios de origen (Morales *et al.*, 2009).

El análisis de componentes principales (ACP) mostró que los tres primeros componentes principales (CP), explican el 73.7% de la variación total. El valor propio del primer CP explicó el 37.6% de la variación y las variables originales correlacionadas significativamente con esta función fueron altura de planta altura, longitud de inflorescencia, altura de forraje, materia seca y largo de hoja. Estos ecotipos reúnen características importantes para selección de material nativo para propagación en tierras de pastoreo. El valor propio para el CP2 representó 24.3% de la variación y las variables significativas fueron densidad de tallos, ancho de hoja, materia seca y diámetro del macollo. El CP3 explicó el 11.8% de la variación y la variable significativa fue grosor de tallo

(Cuadro 1). Los ecotipos con estas características se pueden seleccionar para su uso en programas de protección y estabilidad de suelo.

Algunos de estos resultados son congruentes con los obtenidos por Ayana y Bekele (1999) sobre ciertos caracteres cuantitativos de 415 accesiones de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), donde reportan que los primeros cinco CP explicaron el 79% de la varianza total. Además de otros estudios similares que se han llevado a cabo en zacates del género *Lolium* (Bennett *et al.*, 2000), *Sorghum* (Grenier *et al.*, 2004), *Panicum* (Casler, 2005), *Bromus* (Ferdinandez y Coulman, 2004) y *Bouteloua* (Morales *et al.*, 2009). Estos estudios concluyen que la evaluación de la variabilidad morfológica es la base para seleccionar material para diversos objetivos en la restauración ecológica; producción forrajera, con potencial para retener suelo, los resistentes a sequía, entre otros propósitos.

Cuadro 1. Variables de mayor valor descriptivo en 44 poblaciones de zacate temprano (*Setaria macrostachya*) en Chihuahua, México.

Variable	Vector característico		
	CP1	CP2	CP3
Altura de follaje (cm)	0.413	0.098	-0.106
Altura de planta (cm)	0.490	0.004	-0.034
Densidad de tallos	0.126	0.567	0.017
Grosor de tallo (mm)	0.113	-0.130	0.792
Ancho de hoja(mm)	0.242	-0.456	0.220
Largo de hoja (cm)	0.299	-0.321	-0.401
Longitud de inflorescencia (cm)	0.467	-0.202	-0.117
Diámetro de macollo (cm)	0.219	0.380	0.322
Materia seca (g/planta) [∞]	0.334	0.393	- 0.179

[∞] Rendimiento de materia seca (g/planta/35 días)

Al correlacionar materia seca con las otras variables originales (Cuadro 2), se presentaron correlaciones significativas en variables como densidad de tallos ($r= 0.58$; $P\leq 0.0001$), altura de planta ($r= 0.53$; $P\leq 0.0002$) y altura de forraje ($r= 0.48$; $P\leq 0.0009$).

Cuadro 2. Correlación de variables con componentes principales en 44 poblaciones de zacate temprano (*Setaria macrostachya*) en Chihuahua, México.

	AF	AP	DT	GT	AH	LH	LI	DM	MS
M	0.48	0.53	0.58	-0.026	-0.07	0.14	0.30	0.42	1.00
S	($P\leq 0.0009$)	($P\leq 0.0002$)	($P\leq 0.0001$)	($P\leq 0.8669$)	($P\leq 0.6256$)	($P\leq 0.3666$)	($P\leq 0.0459$)	($P\leq 0.0040$)	
CP	0.76	0.90	0.23	0.39	0.44	0.55	0.86	0.40	0.61
1	($P\leq 0.0001$)	($P\leq 0.0001$)	($P\leq 0.1279$)	($P\leq 0.0082$)	($P\leq 0.0024$)	($P\leq 0.0001$)	($P\leq 0.0001$)	($P\leq 0.0066$)	($P\leq 0.0001$)
CP	0.14	0.005	0.84	-0.19	-0.67	-0.47	-0.30	0.56	0.58
2	($P\leq 0.3473$)	($P\leq 0.9695$)	($P\leq 0.0001$)	($P\leq 0.2081$)	($P\leq 0.0001$)	($P\leq 0.0011$)	($P\leq 0.0483$)	($P\leq 0.0001$)	($P\leq 0.0001$)
	-0.11	-0.03	0.017	0.81	0.23	-0.41	-0.12	0.33	-0.18

CP	(P≤0.48	(P≤0.81	(P≤0.90	(P≤0.00	(P≤0.13	(P≤0.00	(P≤0.43	(P≤0.02	(P≤0.23
3	13)	92)	77)	01)	94)	53)	43)	81)	23)

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; RF= rendimiento de forraje

El análisis de conglomerados jerárquicos integró a cinco grupos basados en el método de ligamiento WARD (Figura 2). El grupo rojo está integrado por siete poblaciones originarias de los municipios de Chihuahua, Ojinaga, Cuauhtémoc y Coyame. Estos ecotipos se caracterizan por presentar los valores más bajos de todas las nueve variables evaluadas. El grupo azul integró seis poblaciones, originarias de los municipios de Juárez, V. Zaragoza, Buenaventura y Jiménez. Los valores de estos ecotipos presentaron rendimientos intermedios de forraje, buena densidad de tallos pero los valores de las otras variables fueron bajos. El grupo verde integró 12 poblaciones originarias de los municipios de Chihuahua, Buenaventura, V. Ahumada, Ojinaga y Parral. Estas poblaciones presentaron buena altura de forraje, buen rendimiento de forraje, buena densidad de tallos y largo de hoja. El grupo morado reunió ocho poblaciones originarias de los municipios de Janos, N.C. Grandes, V. Ahumada, Buenaventura y Ojinaga. Estas poblaciones presentaron los mayores valores de altura de forraje, altura de planta, densidad de tallos y grosor de tallos. Por último, el grupo amarillo integró a 11 poblaciones, originarias principalmente de los municipios de Chihuahua, Cuauhtémoc, Camargo y Aldama. Estas poblaciones se caracterizan por que presentan el mayor ancho y largo de hoja, característica importante en la calidad del forraje.

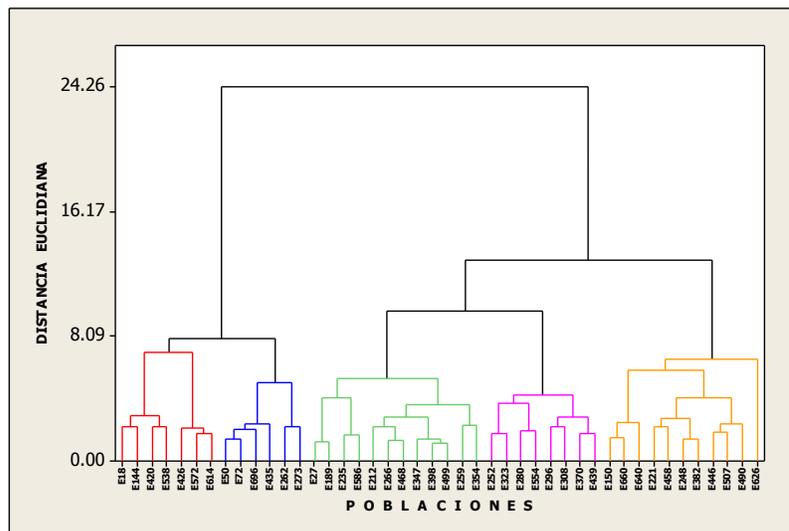


Figura 2. Dendrograma del análisis de nueve variables morfológicas cuantitativas en 44 poblaciones de zacate temprano (*Setaria macrostachya*), con base en el método de ligamiento Ward.

CONCLUSIONES

Con base en las características morfológicas la evaluación *ex situ* detectó ecotipos con potencial para utilizarse con diversos propósitos: forraje, producción de semilla, retenedores de suelo o control de erosión, por mencionar algunos. Las poblaciones 253, 308 y 323, originarias de los municipios de Villa Ahumada, Nuevo Casas Grandes y Nuevo Casas Grandes, respectivamente, fueron las que presentaron el mayor potencial para producción de forraje y que se pueden utilizar en programas de rehabilitación de pastizales. Esta colección *ex situ* representa una oportunidad

para continuar evaluando poblaciones a largo plazo en la selección de otras características como resistencia a sequía y adaptación al cambio climático.

LITERATURA CITADA

- Ayana, A & E Bekele (1999). "Multivariate analysis of morphological variation in Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] germplasm from Ethiopia and Eritrea". *Gen. Res. Crop Evol.*, 46:273-284.
- Bennett, SJ, MD Hayward & DF Marshall (2000). "Morphological differentiation in four species of the genus *Lolium*". *Gen. Res. Crop Evol.*, 47:247-255.
- Casler, MD (2005). "Ecotypic variation among switchgrass populations from the Northern USA". *Crop Sci.*, 45:388-398.
- Erickson, VJ, NL Mandel, y FC Sorensen (2004). "Landscape patterns of phenotypic variation and population structuring in a selfing grass, *Elymus glaucus* (blue wildrye)". *Can. J. Bot.*, 82:1776-1790.
- Ferdinandez, YSN & BE Coulman (2004). "Genetic relationships among smooth brome grass cultivars of different ecotypes detected by AFLP markers". *Crop Sci.* 44:241-247.
- Grenier, C, PJ Bramel, JA Dahlberg, AE Ahmadi, M Mahmoud, GC Peterson, DT Rosenow & G Ejeta (2004). "Sorghums of the Sudan: analysis of regional diversity and distribution". *Gen. Res. Crop Evol.*, 51:489-500.
- Melgoza, A, CR Morales, JS Sierra, MH Royo, G Quintana y T Lebgue (2008). "Manual práctico para la identificación de las principales plantas en los agostaderos de Chihuahua". Segunda edición Unión Ganadera Regional de Chihuahua-Fundación PRODUCE Chihuahua. 214 pp.
- Morales, NC (2006). "Caracterización morfológica, citológica y molecular de recursos genéticos de *Bouteloua curtipendula*". Tesis Doctorado en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Morales, NCR (2009). "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. 21 pp.
- Morales, NC, AR Quero, A Melgoza, M Martínez & P Jurado (2009). "Diversidad forrajera del pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], en poblaciones de zonas áridas y semiáridas de México". *Téc Pecu Méx.*, 47:231-244.
- Peter-Schmid, MK, R. Kéolliker & B Boller (2008). "Value of permanent grassland habitats as reservoirs of *Festuca pratensis* Huds. and *Lolium multiflorum* Lam. populations for breeding and conservation". *Euphytica*, 164:239-253.
- Royo, MM & A Lafón (2008). "Descripción fisiográfica, diversidad vegetal y vertebrados del rancho experimental La Campana". En: A. Chávez y R. Carrillo (eds.). Rancho Experimental La Campana 50 Años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal. INIFAP. Chihuahua, Chih. 213 pp.
- Statistical Analysis System (SAS) (1999). Institute Inc. User's guide. Statistics. Version 8. Sixth edition. SAS Inc. Cary, North Carolina, USA.

EVALUACIÓN DE LEGUMINOSAS CON POTENCIAL FORRAJERO PARA LA ZONA CENTRAL DE TAMAULIPAS

EVALUATION OF LEGUMES WITH FORAGE POTENTIAL FOR CENTER ZONE OF TAMAULIPAS

Manuel de la Garza C.*¹ y Rubén D. Garza C.¹

¹Campo Experimental Río Bravo-INIFAP. Km 61 carretera Matamoros-Reynosa
delagarza.manuel@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la capacidad productiva de dos leguminosas forrajeras. El trabajo se realizó en condiciones de riego en el Sitio Experimental Las Adjuntas, municipio de Abasolo, Tamaulipas. Se utilizaron las leguminosas forrajeras *Clitoria ternatea* "Tehuana" y *Desmanthus bicornutus* "BeeWild". La siembra se realizó el 24 de 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* y 6 kg ha⁻¹ en *C. ternatea* "Tehuana". Las variables de respuesta medidas fueron, producción de forraje y altura de planta. Los datos obtenidos fueron analizados mediante la prueba de t para la comparación de medias de muestras independientes. Los resultados obtenidos indicaron que en ambas leguminosas, la producción de forraje fue semejante con promedios de 4.12 t MS ha⁻¹. Por otro lado, en la leguminosa *D. bicornutus* se incrementó significativamente la altura de planta, 138.6 cm, con relación a 72.3 cm en la leguminosa *C. ternatea*. Bajo las condiciones del presente estudio, se concluye que las leguminosas forrajeras *C. ternatea* y *D. bicornutus*, son estadísticamente iguales y presentan alto rendimiento de forraje, por lo que pueden ser consideradas como una opción para diversificar los sistemas de alimentación y mejorar la nutrición animal, básicamente en proteína, que es la principal limitante de los pastos en la zona central de Tamaulipas.

Palabras clave: *Desmanthus bicornutus*, *Clitoria ternatea*, leguminosas, forraje.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the productive capacity of two forage legumes. The work was conducted under irrigated conditions in the Experimental Site the Adjuntas, city of Abasolo, Tamaulipas. Were used legumes *Clitoria ternatea* "Tehuana" and *Desmanthus bicornutus* "BeeWild". The trial was established on February 24, 2013 in rows 50 m long and 0.8 m wide. The seeding density was 2 kg ha⁻¹ in *D. bicornutus* and 6 kg ha⁻¹ in *C. ternatea* "Tehuana". Response variables measured were, forage production and plant height. The data were analyzed using the t test for comparison of means of independent samples. The results showed that in both legumes, forage production was similar with averages of 4.12 t ha⁻¹. Furthermore, in the legume *D. bicornutus* significantly increased plant height, 138.6 cm, compared to 72.3 cm in the legume *C. ternatea*. Under the conditions of this study, it is concluded that forage legumes *C. ternatea* and *D. bicornutus*, are statistically equal and have high forage yield, so it can be considered as an option to diversify supply systems and improve animal nutrition, primarily in protein, which is the main limitation of pastures in central Tamaulipas.

Keywords: *Desmanthus bicornutus*, *Clitoria ternatea*, legumes, forage.

INTRODUCCIÓN

En la zona centro de Tamaulipas, los sistemas de alimentación animal 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, al menos durante una gran parte del año, lo cual causa periodos de estrés nutricional, y consecuentemente, reducción en la productividad del animal. Es por ello que en la actualidad, existe una marcada tendencia hacia la búsqueda de alternativas basadas en la utilización de leguminosas nativas disponibles en la región, ya que aunado a su excepcional valor nutritivo en términos proteicos y de contenido mineral, pueden no sólo fijar nitrógeno al suelo, sino cederlo a otras plantas para su crecimiento y desarrollo, mejorando además 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 este contexto, el *Desmanthus virgatus* es una 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 (Grichar *et al.*, 1998). Por otro lado, la *Clitoria ternatea* ha sobresalido por su adaptación, producción de forraje y enorme potencial para mejorar la productividad animal a menor costo (Córdoba y Ramírez, 1993; Villanueva *et al.*, 2004). Por lo anterior, el objetivo del estudio fue validar la capacidad productiva de las leguminosas forrajeras *Clitoria ternatea* "Tehuana" y *Desmanthus bicornutus* "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 terrenos 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 rastra, rotura, rastra y bordeo, para obtener una buena cama de siembra. La siembra se realizó en febrero de 2013 en surcos de 50 m de longitud y 0.8 m de ancho. Se compararon dos tratamientos, la densidad de siembra fue de 2 kg ha⁻¹ para *Desmanthus bicornutus* "BeeWild" y 6 kg ha⁻¹ para *Clitoria ternatea* "Tehuana". El lote experimental fue irrigado durante el periodo de estudio con dos riegos de auxilio, con una lámina de 10 cm cada uno. Las variables de respuesta fueron, producción de forraje y altura de planta. Para la estimación del forraje producido (periodo de crecimiento de 15 semanas después de la siembra), se tomaron seis muestras de un metro lineal 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 hasta peso constante. 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 rendimiento de forraje de 4.42 t MS ha⁻¹ para la leguminosa *C. ternatea* y 3.85 t MS ha⁻¹ para *D. bicornutus* (Figura 1), con un error estándar de la media de 307.12 y 859.56, respectivamente. Bajo la suposición de homogeneidad de varianzas el valor de t calculado fue igual a 1.53, con una probabilidad de error tipo I: α 0.1734, por lo que no fue posible rechazar la hipótesis de que el rendimiento de forraje obtenido entre las leguminosas. Los resultados obtenidos en el presente estudio para *C. ternatea* (4.42 t MS ha⁻¹), resultaron similares a lo reportado por Araujo *et al.* (1994), quienes obtuvieron rendimientos de 4.86 t MS ha⁻¹.

Los rendimientos obtenidos en el presente estudio para *D. bicornutus*, fueron similares a los reportados por Zamora *et al.* (1996) en Marín, Nuevo León para *D. virgatus* (4.3 t MS ha⁻¹) y por Puente *et al.*, (1994) en Nuevo León (4.24 t MS ha⁻¹). Asimismo, los rendimientos obtenidos en este estudio fueron superiores a los reportados por Gómez y Zárate (1998) en Padilla, Tamaulipas (2.14 t MS ha⁻¹) también para *D. virgatus*

Para la altura de planta, los resultados obtenidos (Figura 2) presentaron una media de 138.6 cm para la leguminosa *D. bicornutus* y 72.3 cm para *C. ternatea*, con un error estándar de la media de 6.06 y 4.70, respectivamente. Bajo la suposición de homogeneidad de varianzas el valor de t calculado fue igual a -8.63, con una probabilidad de error tipo I: α 0.00001, por lo que es posible rechazar la hipótesis de que la media en altura de planta son iguales. El comportamiento anterior, se debe a que Clitoria es una especie forrajera de hábito de crecimiento postrado, mientras que Desmanthus es de tipo arbustivo. Asimismo, los valores obtenidos en el presente estudio para la altura de planta en *D. bicornutus* se encuentran dentro del rango de variación reportado por Grichar *et al.* (1998), quienes al evaluar la adaptación de ocho accesiones de *Desmanthus virgatus* en el Sur de Texas, USA reportan un rango de 76.2 a 203.2 cm de altura de planta.

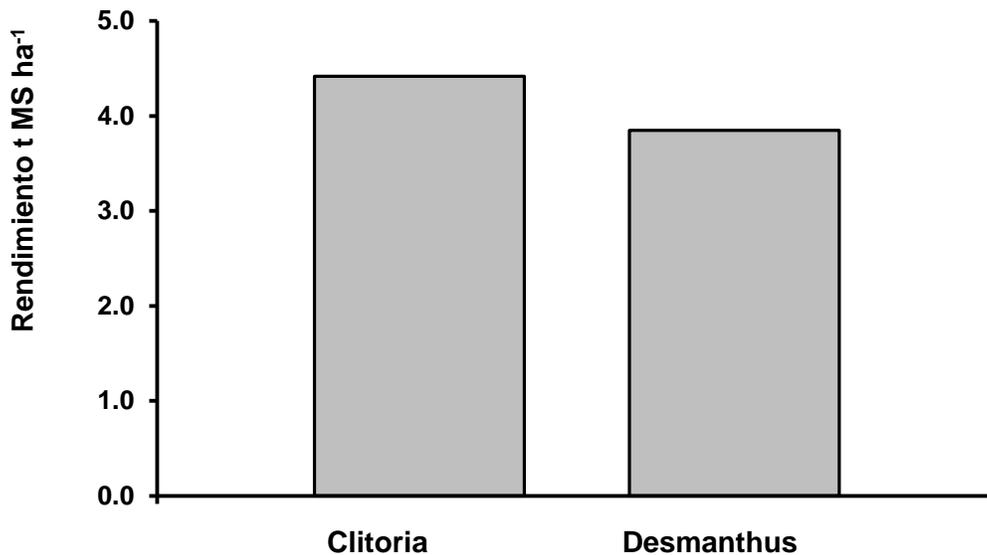


Figura 1. Producción de materia seca en leguminosas forrajeras en la zona central del estado de Tamaulipas. 2013.

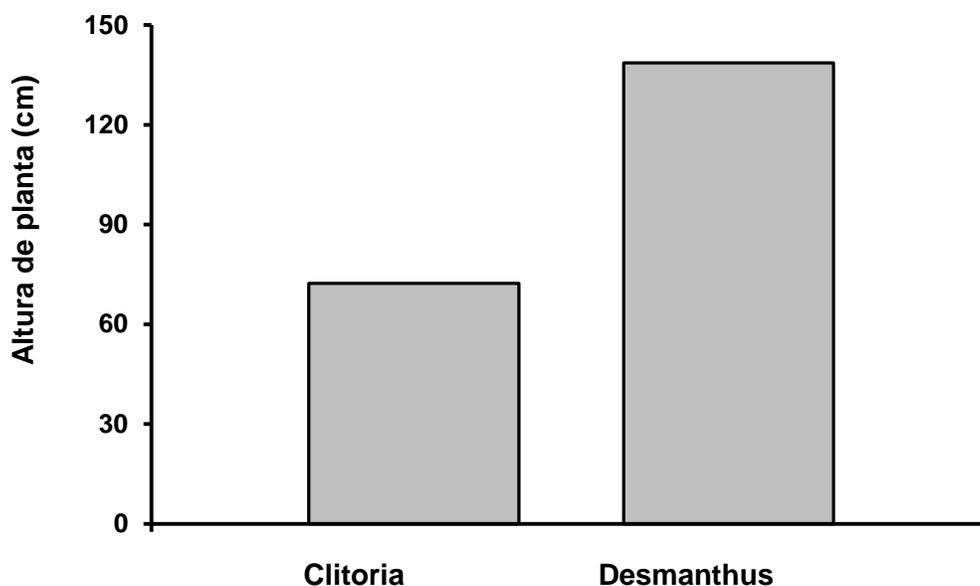


Figura 2. Altura de planta en leguminosas forrajeras en la zona central del estado de Tamaulipas. 2013.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio, se concluye que las leguminosas forrajeras *C. ternatea* y *D. bicornutus*, presentan alto potencial de rendimiento de forraje y son estadísticamente iguales, por lo que pueden ser consideradas como una opción para diversificar los sistemas de alimentación y mejorar la nutrición animal, básicamente en proteína, que es la principal limitante de los pastos en la zona central de Tamaulipas.

LITERATURA CITADA

- Araujo, F. J. A., J. A. Gadelha, N. Limas D. S. e R. M. De A. Pereira. 1994. Efeito de altura e intervalo de corte na producao de forragem da Cunha (*Clitoria ternatea*). Pesquisa Agropecuária Brasileira. 29:979-982.
- Córdoba, B.A. y Ramírez Z.R. 1993. Conchita azul (*Clitoria ternatea*) Tehuana, leguminosa forrajera para el istmo de Tehuantepec. Folleto Técnico No 2. SARH-INIFAP.
- Garza R. D., Zárate P., Saldivar A., Briones F., Ocumpaugh W. R. and Hussey M. A. 2004. Yield Distribution in Bundleflower (*Desmanthus pubescens* cv. Hussey) Canopy as Affected by Harvest Frequency. Proceedings American Forage and Grassland Council. 13:326-329.
- Gómez de la F. E. y Zárate F. P. 1998. Evaluación de seis leguminosas forrajeras en Padilla, Tamaulipas. Memoria de XIII Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. Aguascalientes, Ags. p. 55.
- Grichar, W. J., W. R. Ocumpaugh, A. Abrameit, M. A. Hussey, M. K. Owens, R. N. Rahmes, R. L. Reed, J. L. Reilley, M. A. Sanderson and D. E. Sestak. 1998. Adaptation of *Desmanthus virgatus* to south Texas. Proceedings American Forage and Grassland Council. 7:46-49.
- Puente, T. S., E. Olivares y M. Puente T. 1994. Asociación de huizachillo (*Desmanthus virgatus*) con bermuda cruz 2 bajo condiciones de riego. Memorias X Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. Monterrey, N. L. p. 91.
- SAS. 2004. STAT/SAS User's Guide, release 9.1 ed. SAS Institute, Cary, NC.

-
- Villanueva A. J. F., Bonilla C. J. A., Rubio C. J. V. y Bustamante G. J. J. 2004. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. Técnica Pecuaria en México. 42(1):79-96.
- Zamora, N., R. Martínez y C. Guzmán. 1996. 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. p. 21.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y SEMILLA DE MATERIALES DE ZACATE BUFFEL BAJO CONDICIONES DE SEQUÍA EN CALERA, ZACATECAS, MÉXICO.

FORAGE AND SEED PRODUCTION OF THE BUFFELGRASS IN DRY YEARS IN CALERA, ZACATECAS, MEXICO.

Rubio AFA¹ y Sánchez G.R.A.²

¹Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Correo: rubio.francisco@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue conocer la producción de forraje, semilla y llenado de cariósides, de 10 materiales de pasto buffel *Cenchrus ciliaris*, bajo condiciones de baja precipitación en Calera, Zac., México. Los pastos fueron establecidos el año de 1999, en surcos a 76.0 cm, sobre un terreno agrícola. Los primeros cinco años, los materiales fueron dedicados a la producción de semilla y forraje bajo condiciones de puntas de riego y fertilización química, posteriormente, las parcelas fueron manejadas bajo condiciones exclusivas de temporal. Los materiales (tratamientos) fueron los números: T1: No. 409369; T2: T-3686; T3: Común; T4: 409400; T5: T-IPINIA-42; T6: 409253; T7: 2; T8: PI-271198; T9: 1 y T10: 409211. La superficie utilizada por material fue de 479.0, 1984.0, 547.0, 684.0, 684.0, 684.0, 239.0, 239.0, 239.0 y 342.0 m², respectivamente. El 30 de noviembre del año 2011 (doce años después de establecidos), se realizaron tres muestreos al azar por tratamiento para conocer los rendimientos de fitomasa aérea y producción de semilla, en parcelas de 15.2 m². De la semilla cosechada por cada tratamiento, se escogieron al azar tres muestras (repeticiones) de 10 semillas cada una, para separar los cariósides de sus envolturas. Las variables fueron: fitomasa aérea verde (kg/parcela), fitomasa aérea seca (kg/parcela), semilla (g/parcela) y porcentaje de granos llenos. Los datos fueron sometidos a un ANVA bajo un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento, la comparación de medias fue con la prueba DMS al 0.01%. La precipitación promedio en la región es de 400.0 mm por año, pero en los últimos tres años fue de 330.0, 387.0 y 258.0 mm, para los años 2009, 2010 y 2011, respectivamente. Los resultados muestran diferencias ($p \leq 0.01$) entre tratamientos para todas las variables bajo estudio. En relación a fitomasa seca, el T7: 2, obtuvo el mayor rendimiento con 2.61 kg/parcela, seguido del T8 PI-271198 con 2.17 kg/parcela, siendo T3: Común el que obtuvo el más bajo rendimiento con 0.35 g/parcela. Respecto a la semilla el T10: 409211, obtuvo la mayor producción con 212.0 g/parcela, seguido del T5: T-IPINIA-42, con 161.0 g/parcela y el más bajo fue el T8: PI-271198 con 48.0 g/parcela. En cuanto al porcentaje de granos llenos, el T3: Común, obtuvo un 46.6%, seguido del T9: 1, con 23.1% y el más bajo fue el T7: 2 con 7.7%. Se concluye que existen líneas de pasto buffel que producen más forraje y semilla que la variedad Común, por lo cual se sugiere que sean incrementadas para su uso masivo solas o en mezclas.

Palabras clave: Buffel, fitomasa, semilla, cariósides.

MONITOREO DE ÁVES MIGRATORIAS EN “EL VADO DE MEOQUI”, CHIHUAHUA, MÉXICO

MIGRATORY BIRD MONITORING IN THE “VADO DE MEOQUI”, CHIHUAHUA, MEXICO

Leonela Ramírez Marfil¹, Alfredo Cabanillas¹, Carla Valdés Castro²,
Esmeralda Barraza Dominguez²

¹ Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología. Periférico Francisco R. Almada Km. 1 Tel.(614) 434 0363 Fax (614) 434 0345. Chihuahua, Chihuh, México. CP 33820

² Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. Carretera Nacional Linares- Cd. Victoria, Km. 145, Linares, N.L., Apartado Postal 41, C.P. 67700, Tel. 821 212 4895.

leonela.spp@gmail.com

RESUMEN

Algunas aves siguen un tipo de patrón de dispersión llamado migración. Los diversos cuerpos de agua son una estancia para estas especies en movimiento cuando buscan descansar o alimentarse. Pero en algunas ocasiones estos cuerpos de agua son alterados en sus características físicas, químicas o biológicas por las actividades antropogénicas, afectando seriamente la ruta migratoria de estas especies. El Río San Pedro tiene una sección llamada “El Vado” que se encuentra en la ciudad de Meoqui en el estado de Chihuahua, México. El Vado de Meoqui, como toda la cuenca del río San Pedro, es un lugar de paso para las aves acuáticas migratorias y alberga numerosas especies, algunas de las cuales ya se habituaron al clima de la región y son de presencia permanente. En el estado hay 126 especies diferentes, el 75% son residentes de invierno. Se obtuvo un listado de 21 especies identificadas, entre ellas *Anas americana*, *Anas platyrhynchos*, *Ardea alba*, *Butorides virescens* y *Pelecanus erythrorhynchos*.

Palabras clave: Río San Pedro, aves migratorias, hábitat, agua.

ABSTRACT

Some birds follow a type of dispersion pattern called migration. The varied water bodies are a resting places for these species when are flaying and they need rest and food. But sometimes these water bodies are altered in their physical, chemical or biological characteristics by the anthropogenic activity affecting seriously the migratory route of these species. The San Pedro River have a section called “El vado” located in Meoqui city in the state of Chihuahua, Mexico. “El vado” from Meoqui, as all the river basin San Pedro, is a resting place for migratory waterbirds and home to numerous species and refuge numerous species, some are already accustomed to the climate of the region and are of permanent presence. In the state are 126 different species, the 75% are winter residents. A list of 21 identified species was obtained, including *Anas americana*, *Anas platyrhynchos*, *Ardea alba*, *Butorides virescens* y *Pelecanus erythrorhynchos*.

Key words: San Pedro River, migratory birds, habitat, water.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se llevó a cabo en el Río San Pedro, específicamente en el vado del municipio de Meoqui, Chihuahua, México. Esta subcuenca, está incluida en la gran Cuenca del río Conchos que abastece de agua a la Presa Francisco I. Madero de Rosales (Viramontes, et al., 2008). El agua del río Conchos aporta a los Estados Unidos de Norteamérica alrededor del 75% del agua que fluye por el Río Bravo/Río Grande (TNRCC, 1994). Este río se considera la principal fuente de

abastecimiento de agua para las actividades agrícolas y ganaderas que se desarrollan en la frontera entre el estado de Sonora (México) y el estado de Arizona (Estados Unidos de América), así como para los asentamientos humanos que se localizan en su curso, (Varela, 1992). Diversos estudios han demostrado que el agua que fluye en los más importantes ríos tributarios del río Conchos se encuentran en menor o mayor grado contaminada (Gutiérrez y Borrego, 1999; Holguín et al., 2006; Rubio et al., 20010), por ejemplo, se tiene registro de contaminación por arsénico (Espino et al., 2009).

Por otro lado, México ocupa el séptimo lugar de países de Latinoamérica en diversidad de aves, con 1026 especies de aves registradas en el país, de las cuales 257 son residentes temporales principalmente migratorias: residentes de invierno o de verano, migratorias de paso y occidentales (Florescano, 1997). Las aves migratorias presentan una serie de amenazas; la caza y captura indiscriminada de aves en los pasos migratorios, provocada por los cazadores y destrucción del hábitat (Bort, 2008). El río San Pedro recibe en la época invernal poblaciones de aves, entre ellas el pato cabeza roja (*Aythya americana*), garza blanca (*Ardea alba*) y pelícano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*) los cuales utilizan este sitio como parada para alimentarse, así como descansar en su ruta migratoria. Por lo cual, el humedal es esencial para el sustento de estas especies al atravesar por las zonas desérticas del estado de Chihuahua, dado que son escasos los cuerpos de agua en los que pueden refugiarse y obtener alimento. En el 2012 este vado fue incluido en el Listado Ramsar de Humedales de Importancia Internacional (WWF, 2012). El objetivo del trabajo fue obtener un listado de aves migratorias en el Vado de Meoqui.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se realizó en el Río San Pedro, en una sección llamada “vado” en municipio de Meoqui, Chihuahua, México (Fig. 1), este municipio se encuentra en un sistema de coordenadas 27°77' latitud norte y 105°19' latitud oeste, con una altitud promedio de 1165msnm (INEGI, 1999). El clima de la zona es muy árido, semicálido, con altas temperaturas en el verano y frío moderado en el invierno (Espino et al., 2009). Las temperatura media mensual varía de 10.5 a 30 °C, con un promedio anual de 15 °C (INIFAP, 2003).

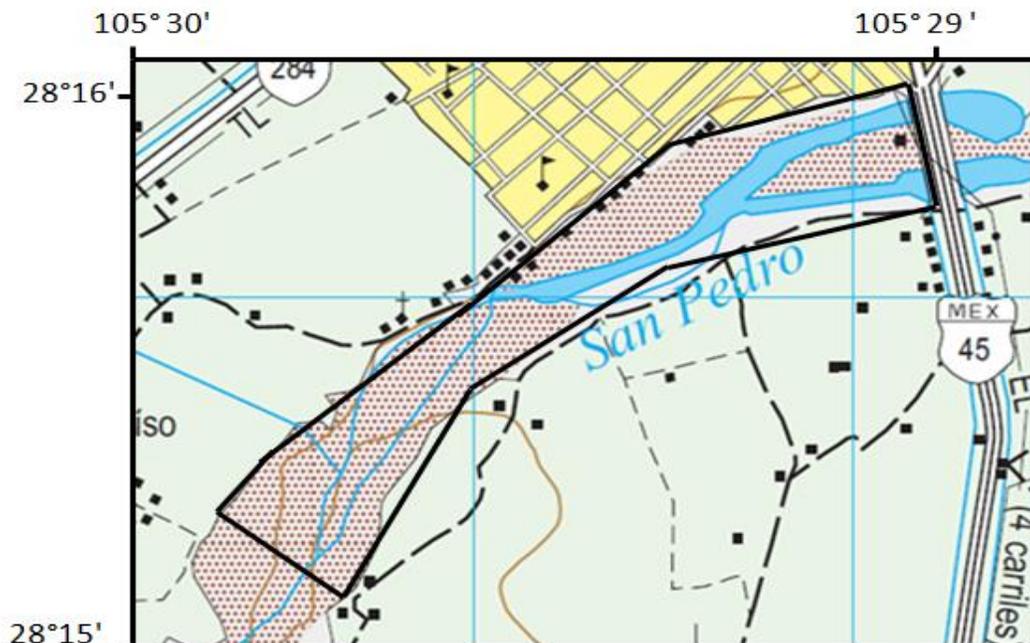


Figura 1. Área de estudio “Vado” de Meoqui.

Metodología. Durante los meses de Marzo, Abril y Mayo del año 2011, se llevó a cabo una visita en el primer Domingo de cada mes al Vado de Meoqui, con el fin de observar, identificar y cuantificar las diferentes especies de aves migratorias y especies de aves residentes del lugar. Las observaciones se realizaron por la mañana y por la tarde, comenzando a las 8:00 a.m hrs y terminando a las 10:00 hrs y de 3:00 p.m a 5:00 p.m. Para una mejor visualización se utilizó binoculares y se tomaron algunas fotos con cámara. Para la identificación se utilizaron tres libros: Knopf, 2009; Kaufman, 2009; Allen, 2000. Las aves vistas se fueron anotando en un formato de acuerdo al método utilizado. El método utilizado en el monitoreo de aves fué el realizado por Kepler y Scott en 1981. Se accedió al punto de conteo causando el mínimo de perturbación a las aves y se comenzó a contar tan pronto como se llegó al punto. Como el censo fue meramente de inventario, se efectuó en 5 puntos, abarcando una longitud total de 2 km de este río. Se tomó nota del número del punto, la fecha y la hora del día. Las especies se anotaron en el orden en que fueron detectadas, las aves de paso que volaban por encima del punto sin detenerse también fueron contabilizadas.

RESULTADOS

Especies identificadas. En total se obtuvo un listado de 21 especies identificadas en el vado (Cuadro 1), entre las cuales se encuentran especies de patos y garzas, una de pelicano y una de ganso, entre otras. El total de especies por cada mes fué: marzo 16 especies, abril 14 especies, mayo 15 especies. Dentro de las especies identificadas se encuentra la especie *Anas platyrhynchos* bajo la categoría de Amenazado y Endémico por la NOM- O59.

Cuadro 1. Especies identificadas en el vado de Meoqui.

<i>Anas americana</i> Pato chalcuán
<i>Anas platyrhynchos</i> Pato mexicano
<i>Anas discors</i> Cerceta de ala azul
<i>Anas clypeata</i> Pato cucharón norteño
<i>Ardea alba</i> Garza blanca
<i>Ardea herodias</i> Garzón cenizo
<i>Branta canadensis</i> Ganso canadiense
<i>Butorides virescens</i> Garceta verde
<i>Ceryle alcyon</i> Martín Pescador Norteño
<i>Charadrius vociferus</i> Chorlo tildío
<i>Dendrocygna autumnalis</i> Pijije de ala blanca
<i>Fulica americana</i> Gallareta americana
<i>Gallinula chloropus</i> Gallineta de frente roja
<i>Himantopus mexicanus</i> Candelero americano
<i>Larus delawarensis</i> Gaviota de pico anillado
<i>Limnodromus scolopaceus</i> Costurero de Pico largo
<i>Nycticorax nycticorax</i> Pederete corona negra
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i> Pelicano blanco
<i>Podilymbus podiceps</i> Zambullidor de pico grueso
<i>Recurvirostra americana</i> Avoceta americana
<i>Sterna maxima</i> Charrán real

CONCLUSIONES

Este lugar es importante para las aves migratorias, ya que sirve de refugio y hábitat durante su periodo de migración, de igual manera lo es para las aves residentes y otras especies de fauna y flora. Se obtuvo un total de 21 especies de aves identificadas. Aunque el estudio se llevó a cabo en un periodo corto se logró observar un mecanismo de migración, algunas especies solo estuvieron presentes en el primer mes, otras solo en el último, en ningún caso se mostro la presencia única en el mes intermedio, las especies Cerceta de alas azules (*Anas discors*), Pato chalcuán (*Anas americana*), Pelicano blanco (*Pelicanus erythrorhynchos*) y el Ganso canadiense (*Branta canadensis*), solo fueron vistos en el primer mes de visita, ya que éstas especies llegan a este lugar al inicio del invierno (noviembre) y se marchan al terminar esta temporada (abril). Por el contrario el Pijije de ala blanca (*Dendrocygna autumnalis*) y Charrán real (*Sterna máxima*), solo fueron vistos en el último mes (mayo) de la investigación.

Debido a que el vado funge como hábitat para un ave endémica y con estatus de amenazado dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, el lugar tiene alto valor dentro del país. Para la protección del hábitat de éstas especies se recomienda programas de conservación, así como monitoreo en la calidad de agua, debido a que en la literatura se muestra que el lugar sufre de contaminación, además de que durante las visitas se observaron peces muertos y espuma de jabón en grandes cantidades. También es importante reducir la perturbación por ruido de los visitantes.

El estudio se llevó a cabo en un periodo corto de tiempo (3 meses), para mejores resultados se recomienda un monitoreo más extenso, teniendo en cuenta todas las estaciones del año. Actualmente (Julio-2013) se ha comenzado con un monitoreo de un año de duración para observar el mecanismo de migración, así como lograr un listado completo.

Innovación Tecnológica para Mejorar la Condición del Pastizal

Restando las áreas urbanas y agrícolas (temporal y riego incluidos), el 83% del país es dependiente de las lluvias de verano para la productividad primaria; proporcionalmente, debiesen existir recursos para la educación, investigación y extensión y atender esas superficies donde ocurren eventos naturales de gran impacto social: captura de carbono, vida silvestre, recarga de acuíferos, tolvaneras, escorrentías desordenadas, familias rurales, etc.

CALLOS SUAVES INCREMENTAN LA EFICIENCIA DE REGENERACIÓN EN PASTO BANDERITA (*Bouteloua curtipendula* Michx. Torr.)

SOFT CALLI INCREASING REGENERATION EFFICIENCY IN SIDEOATS GRAMA (*Bouteloua curtipendula* Michx. Torr.)

Álvaro Bernal-Flores¹; Adrián Raymundo Quero-Carrillo¹, Paulino Pérez-Rodríguez¹, Zengyu Wang², Hilda Araceli Zavaleta-Mancera¹, María Esther Ortega-Cerrilla¹

¹Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo. Estado de México. ²The Samuel Roberts Noble Foundation. Forage Improvement Division. 2510. Sam Noble Parkway, Ardmore. Oklahoma. bernal.alvaro@colpos.mx

RESUMEN

Un sistema de cultivo *in vitro* fue establecido para dos cultivares de pasto banderita (*B. curtipendula*), Haskell y Vaughn. Callos desarrollados a partir de carióspsides, fueron evaluados en 2-4-ácido diclorofenoxiacético y Picloram a dos concentraciones (1 y 2 mg L⁻¹) en combinación con 6-benzilaminopurina (BAP) y tidiazuron, ambos a un nivel de 0.15 mg L⁻¹. Callos embriogénicos de ambos cultivares fueron obtenidos a partir de 2,4-D y callos suaves fueron desarrollados a partir de medios suplementados con picloram. Un medio de regeneración en común fue utilizado para la regeneración de plantas, suplementado con BAP (0.5 mg L⁻¹), kinetina (0.4 mg L⁻¹) y tidiazuron (0.4 mg L⁻¹). Callos provenientes de 2,4-D no tuvieron respuesta de regeneración en ninguno de los tratamientos. Sin embargo, callos suaves procedentes del picloram presentaron una alta respuesta de regeneración y se considera una alternativa viable para el desarrollo eficiente de un protocolo de regeneración en pasto banderita.

Key words: *Bouteloua curtipendula*, cultivo de tejidos, Haskell y Vaughn.

INTRODUCCIÓN

El pasto banderita es considerada una especie recalcitrante, debido a la poca capacidad que tiene para regenerar plantas. Estudios realizados en algunas especies de *Bouteloua* han presentado alta inducción de callos y baja respuesta de regeneración para varios tipos de auxinas a diferentes concentraciones (Aguado- Santacruz *et al.*, 2001; Osuna y Barrow, 2004). Varios tipos de callos embriogénicos y organogénicos se han desarrollados a partir de 2,4-D en pasto navajita y un total de cinco tipos de callos han sido reportados para banderita cv El Reno (Bernal-Flores *et al.* *In review*). Callos suaves fueron reportados en *Panicum maximum* y no presentaron respuesta de regeneración (Seo *et al.*, 2008). Algunos callos suaves transparentes se forman desde el inicio, pero algunos son derivados de otros tipos de callos (Wang *et al.*, 2010). El uso de auxinas para la inducción de callos, ha sido comúnmente utilizada y su respuesta depende de varios factores. Diferencias en la concentración de auxinas han mostrado diferencias significativas tanto en peso, como en la formación de varios tipos de callos. Varias investigaciones revelan que las mejores respuestas de inducción, poseen las frecuencias más bajas de regeneración (Mirlohi *et al.*, 1989; Seo *et al.*, 2008). Aunque no ha sido claro el efecto del crecimiento de los callos sobre la regeneración de plantas, algunos estudios han mostrado, que callos friables compactos presentaron una mayor habilidad de regeneración en *Panicum* (Seo *et al.*, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Carióspsides de cultivares comerciales de alto rendimiento, Vaughn y Haskell, fueron desinfectados durante dos días con; solución de etanol al 70% durante 3 minutos y colocados en hipoclorito de calcio al 3% con 0.1% de Tween 80 (Monooleato de sorbitán polioxi-etilénico 80) durante 3 horas en

stirrer, luego lavados con agua mili-Q autoclaveada y dejados toda la noche a 4 °C. Al siguiente día, fueron colocados en agua autoclaveada con 2 ml de PPM (Preservative for Plant Tissue Culture, Media Active) y colocados en stirrer durante 1 hora y enjuagados 5 veces.

Dos niveles de 2,4 ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) y picloram (1, 2 mg L⁻¹) con 6-BAP (6-Benzilaminopurina) y NN-fenil-N-1,2,3-tidiazol-5-ilurea (Tidiazuron) (TDZ), ambos a 0.15 mg L⁻¹, fueron suplementados con medio MS (Murashige and Skoog, 1962) y sacarosa (30 g L⁻¹) para la inducción de callos. Todos los medios fueron solidificados con 7.8 g L⁻¹ de agar y el pH fue ajustado a 5.8, usando KOH a 1N. Un promedio de 200 ± 4 cariósides fueron incubados en obscuridad durante tres meses a 24 ± 1 °C.

Los callos fueron colocados en medio de regeneración, el cual fue llamado MTBK suplementado con TDZ 0.4 mg L⁻¹, BAP 0.5 mg L⁻¹, Kinetina 0.4 mg L⁻¹, Ácido Indolacético 0.15 mg L⁻¹, Ácido naftalenacético 0.3 mg L⁻¹. Se pusieron 8 piezas de callos de 5 mm, con cinco repeticiones. El conteo de plántulas se realizó 4 semanas después y fueron subcultivadas cada 20-25 días. Los callos fueron colocados en un cámara de crecimiento (12:12 h luz:obscuridad) a una intensidad lumínica de 100 µE m⁻² s⁻¹.

Análisis de datos

Una transformación arco seno para datos de frecuencia de inducción de callos y regeneración de plantas fue realizado. Un ANOVA de tres vías se llevó a cabo y únicamente se consideró los efectos principales. El modelo propuesto incluyó el cultivar, tipo de auxina y la concentración. Los datos fueron analizados utilizando el programa R v.2.15.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Callos inducidos de cariósides fueron evaluados en dos cv comerciales de pasto banderita (Vaughn y Haskell). Una mayor frecuencia de inducción de callos fue observada para Haskell sobre medios de cultivo con base en 2,4-D con 41.6% (P<0.05), mientras que en Vaughn, fue observada en medios con Picloram con 39.2%(P<0.05), respecto a Haskell (Cuadro 1). Los tipos de callos inducidos con 2,4-D, fueron similares a los reportados por Bernal-Flores *et. al.* (In review) para ambos cultivares. Callos suaves fueron únicamente obtenidos a partir de medios con Picloram para ambos cultivares.

Cuadro 1 Frecuencia de inducción de callos en dos cultivares de *B. curtipendula* bajo dos niveles de auxinas y dos citocininas. Los callos fueron obtenidos a partir de cariósides maduros

Cultivar	Concentración mg L ⁻¹	2,4-D		Picloram	
		BAP	Frecuencia de inducción de callos (%)	TDZ	Frecuencia de inducción de callos (%)
Haskell	1	0.15	41.6 ± 5.2	0.15	23.2 ± 4.4
	2	0.15	36.8 ± 2.9	0.15	28.7 ± 3.1
Vaughn	1	0.15	27.6 ± 3.2	0.15	33.9 ± 2.7
	2	0.15	22.6 ± 3.1	0.15	39.2 ± 0.8

Los medios de cultivo para ambos cultivares, fueron suplementados con medio MS basal 4.4 g L⁻¹ y sacarosa 30 g L⁻¹. Los datos mostrados son promedios generales ± error estándar.

Un incremento en la eficiencia de regeneración fue observada en callos para ambos cultivares (Haskell y Vaughn) y fue altamente significativo (P<0.05) cuando el medio de inducción fue el picloram comparado con 2,4-D, pero no hubo diferencia entre cultivares (P>0.05) (Cuadro 2). Mejor respuesta de regeneración fue obtenida sobre medios con menor de concentración de picloram, para el caso de Haskell (82.0%). El cv Vaughn mostró una mejor eficiencia de regeneración en promedio con 81.8%, pero no fue significativa con respecto al cv Haskell, además presentó

ligeramente un incremento con la mayor concentración de Picloram (83.6%). Wang *et. al.* (2010) reportaron una eficiencia de regeneración de un 12.7% para callos suaves en zoysiagrass.

Callos suaves, fueron obtenidos en ambos cultivares a partir de picloram (Fig. 1a y 1b), pero callos friables fueron obtenidos con 2,4-D (Fig. 1c y 1d), los callos provenientes de 2,4-D, mostraron pigmento clorofílico (Fig. 1e), pero en callos de Haskell mostraron además, gran cantidad de pelos (Fig. 1f) sin mostrar regeneración para ambos genotipos, en cambio los callos inducidos con picloram no mostraron pigmento clorofílico y se incrementó notablemente la regeneración en Vaughn (Fig. 1g) y Haskell (Fig. 1h).

Mejores resultados fueron obtenidos en la regeneración de plantas, cuando se combinó el nivel más alto de auxina con niveles bajos de citocinina, pero este efecto no se reflejó en la frecuencia de inducción de callos para ambos cultivares.

Cuadro 2 Eficiencia de regeneración de dos cv comerciales, de pasto banderita a dos niveles y dos concentraciones de auxinas.

Cultivar	Tipo de auxina	Concentración mg L ⁻¹	Medio de regeneración ¹	Plantas regeneradas (%)
Haskell	2,4-D	1	MTBK	0.0 ± 0.0
		2	MTBK	0.0 ± 0.0
	Picloram	1	MTBK	82.0 ± 4.3
		2	MTBK	76.6 ± 4.2
Vaughn	2,4-D	1	MTBK	0.0 ± 0.0
		2	MTBK	0.0 ± 0.0
	Picloram	1	MTBK	80.0 ± 3.8
		2	MTBK	83.6 ± 2.5

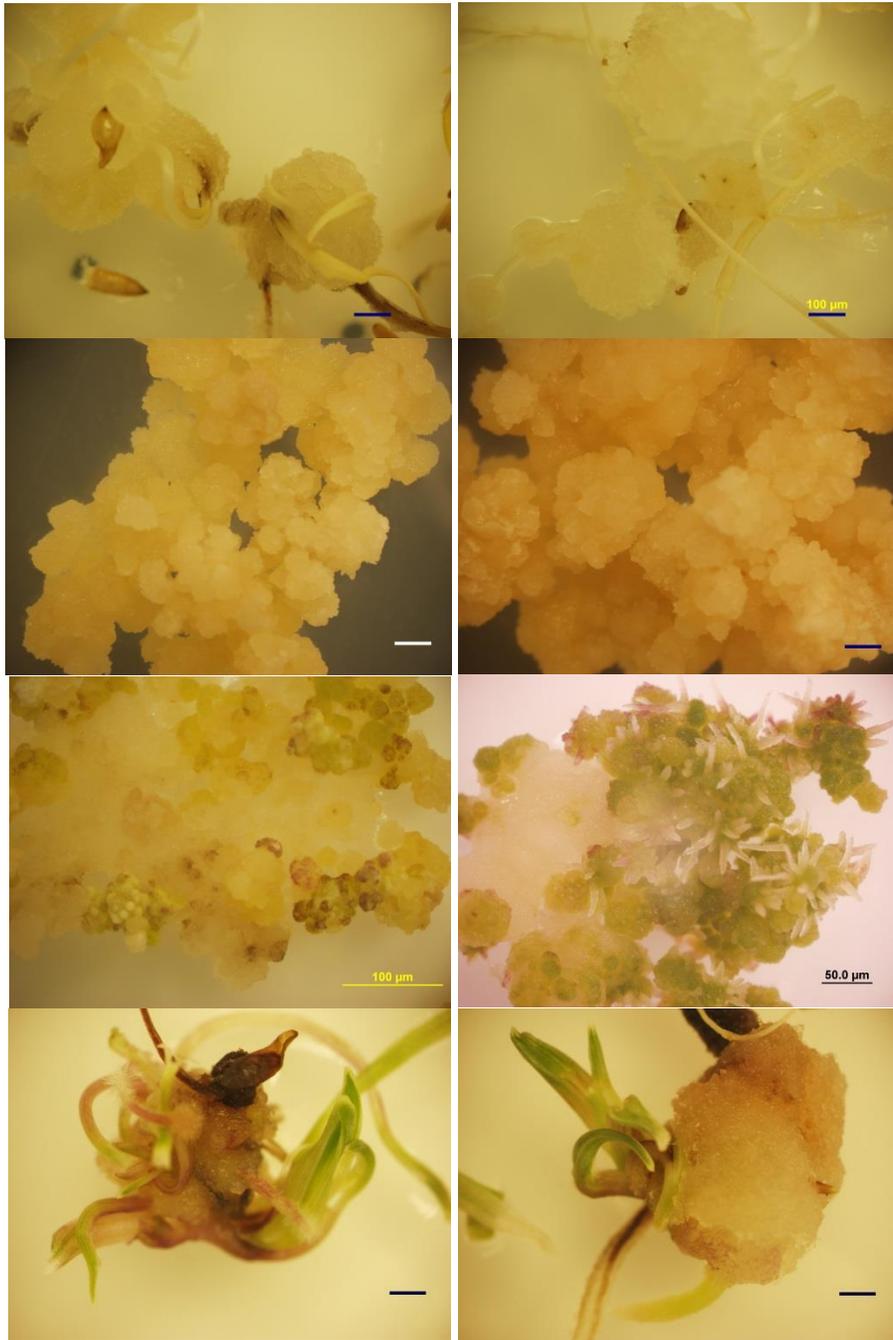
¹MTBK: Medio suplementado con TDZ 0.4 mg L⁻¹, BAP 0.5 mg L⁻¹, Kinetina 0.4 mg L⁻¹, Ácido Indolacético 0.15 mg L⁻¹, Ácido naftalenacético 0.3 mg L⁻¹ y sacarosa 30 g L⁻¹. Los datos mostrados son promedios generales ± error estándar.

CONCLUSIONES

Callos suaves inducidos a partir de picloram, mostraron una alta eficiencia de regeneración en ambos cultivares. Callos provenientes de 2,4-D mostraron buena frecuencia de inducción, pero nula regeneración de plantas. Con base en estos resultados parciales, se concluye que medios de inducción a partir de 2,4-D con BAP, no presentan regeneración de plantas. Pensamos que los callos suaves en pasto banderita, pueden ser más prometedores de lo que se ha reportado en la literatura y pueden ser de gran utilidad para posteriores trabajos de transformación genética.

AGRADECIMIENTOS. A las Línea Prioritaria de Investigación 11 (LPI-11) y 16 (LPI-16) del Fideicomiso para la Investigación del Colegio de Postgraduados, por el apoyo financiero para el desarrollo de la presente investigación.

Figura 1 Inducción y regeneración de callos en cv Haskell y Vaughn. a) Callo suave de Vaughn (Picloram), b) Callo suave de Haskell (Picloram), c) Callos friables de Vaughn (2,4-D), d) Callos friables de Haskell (2,4-D), e) Callos de Vaughn (2,4-D) sobre medio de regeneración (MTBK), f) Callos de Haskell (2,4-D) sobre medio de regeneración (MTBK), g) Callos suaves de Vaughn (Picloram) sobre medio de regeneración (MTBK), h) Callos suaves de Haskell (Picloram) sobre medio de regeneración (MTBK). Barra: 100 μ m



LITERATURA CITADA

- Aguado-Santacruz GA, Cabrera-Ponce JL, Olalde-Portugal V, Sánchez-González Ma. R, Márquez-Guzmán J and Herrera-Estrella L (2001) Tissue Culture and plant regeneration of blue grama grass, *Bouteloua gracilis* (H.B.K.) LAG. EX STEUD. In vitro Cell. Dev. Biol.-Plant. 37:182-189.
- Bernal-Flores A, Fu Ch, Wang Z, Quero-Carrillo AR and Pérez-Rodríguez P. *In review*. Tissue culture and cytokinins pretreatment on sideoats grama (*Bouteloua curtipendula* Michx. Torr.) for increasing plant regenerations levels.
- Mirlohi AF, Thompson LF, Dilday RH, Huang FH and Al-Khayri JM (1989) *In vitro* culture of several rice cultivars. Proceedings Arkansas Academy of Science. Vol. 43.
- Osuna P and Barrow JR (2004) Regeneration of black grama (*Bouteloua eriopoda* Torr. Torr) plants via somatic embryogenesis. In vitro Cell. Dev. Biol.-Plant. 40:299-302.
- Seo M-S, Takahara M, Ebina M. and Takamizo T (2008) Evaluation of tissue culture response from mature sedes of *Panicum* spp. Japanese Society of Grassland Science. 54:125-130.
- Wang X, Hoshino Y. and Yamada T (2010) Rapid and efficient callus induction and plant regeneration from seeds of zoysiagrass (*Zoysia Japonica* Steud.). Japanese Society of Grassland Science. 56:198:204.

CITOLOGÍA Y SISTEMA REPRODUCTIVO DE SIETE NUEVOS GENOTIPOS DE PASTO BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.) Y EL CULTIVAR COMERCIAL FRÍO

Garduño, S. V.¹, Cortes, A. V.², Quero, C. A. R.³, Cortes, D. E.¹

Universidad Autónoma Chapingo (1), Centro Internacional de Mejoramiento de Trigo y Maíz (2), Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo (3)
santiago432@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue determinar el número cromosómico, nivel de ploidía y sistema reproductivo de siete genotipos de *Cenchrus ciliaris* L. introducidos de África y el cultivar comercial Buffel "Frío". Los conteos cromosómicos se realizaron en raíces en crecimiento activo (1.5 a 2 cm), fueron tratadas con 8-hidroxiquinolina (2 mM) por 4 h, fijadas en solución (3:1 v/v alcohol absoluto y ácido acético glacial) y se conservaron a 4 °C hasta el momento de su evaluación. El recuento de cromosomas se efectuó en un microscopio compuesto con contraste de fases, se observaron células en metafase, por lo menos, cinco preparaciones y 10 células por preparación, para cada planta. Para determinar el sistema reproductivo se fijaron inflorescencias previo a la antesis, en soluciones de alcohol al: 30, 50, 70, 85 y 100% durante 12 h en cada concentración. Los ovarios se deshidrataron en una serie de alcohol 50% y 50% xileno, y xileno al 100% por 12 h; posteriormente, se embebieron en parafina y se hicieron cortes seriados con el micrótopo a 12 µm. Se montaron en portaobjetos y se colorearon con safranina y fast-green. Finalmente, se observaron y fotografiaron los cortes de los sacos embrionarios, con un microscopio Axio Imager M1 Zeiss. El estudio de citología reveló diferentes niveles de ploidía, los siete genotipos fueron tetraploides ($2n=4x=36$) y el cultivar de Buffel "Frío" fue pentaploide ($2n=5x=45$), lo que indica que todos son apomícticos. Todos los genotipos presentan múltiples sacos embrionarios (SE) lo que indica que se reproducen por apomixis apospórica, se desarrollaron de manera simultánea SE sexuales y apomícticos en un mismo ovario, los SE sexuales son de menor tamaño y degeneran por madurez tardía normalmente, lo que promueve el desarrollo de sacos embrionarios de mayor tamaño que son los apospóricos.

Palabras clave: Numero de cromosomas, nivel de ploidia y sistema reproductivo.

INTRODUCCIÓN

El pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) es una gramínea de crecimiento amacollado o rizomatoso, perenne, C_4 , originaria de África (Hatch y Hussey, 1991), se encuentra distribuido en regiones subtropicales, áridas y semiáridas de África, Arabia, Pakistán, India, Australia, México, sur de Estados Unidos, Centroamérica, Este de Brasil y norte de Argentina, en mayor proporción en regiones secas; crece en regiones con regímenes pluviométricos superiores a 350 mm, en altitudes desde nivel del mar hasta 2500 msnm (Bogdan, 1997; Marshall *et al.*, 2011).

El conocimiento citológico acerca del número cromosómico, nivel de ploidía y sistema reproductivo es indispensable para planear esquemas de cruzamiento y mejoramiento genético de las plantas y de gran ayuda en los estudios morfológicos, taxonómicos y filogenéticos (Burson y Bennett, 1971). El número cromosómico reportado para el pasto Buffel tiene un rango de 32 a 52, pero la mayoría de los genotipos son tetraploides $2n=4x=36$ (Hignight *et al.*, 1991; Visser *et al.*, 2000). Observaciones citológicas indican que los 36 cromosomas de los genotipos tetraploides son de origen alotetraploides con 10 a 14 bivalentes y 2 a 4 cuadrivalentes en diacinesis (Snyder *et al.*, 1955). A pesar de que la formación del uso acromático y la citocinesis parecen normales, en los univalentes del 1 al 5 se ha observado que sufren ocasionalmente un retraso en el anafase I

(Hignihit *et al.*, 1991). El pasto Buffel se reproduce principalmente por apomixis apospórica tipo *Panicum* [originalmente descrita en *Panicum maximum* (Warmke, 1954)], en donde el gametofito se origina de una célula somática, no reducida, que se divide mitóticamente solamente dos veces, para dar origen a sacos embrionarios con cuatro núcleos (en vez de ocho como en la reproducción sexual típica) (Sherwood y Gustine, 1994). Por tanto, los objetivos de esta investigación fueron caracterizar la diversidad de siete nuevos genotipos tolerantes al frío, mediante el número cromosómico, nivel de ploidía, sistema reproductivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 2006 fueron sembrados 36 genotipos silvestres de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), provenientes del Instituto Internacional de Ganadería para África (ILCA) de Etiopía, colectados en África del Este, después de cinco años de evaluaciones agronómicas, siete de estos genotipos se seleccionaron por presentar buenos atributos agronómicos, para realizarles conteo de cromosomas y determinar el sistema reproductivo. Diez semillas por genotipo fueron germinadas en cajas de Petri con papel filtro, éstas fueron mantenidas a temperatura ambiente bajo condiciones de obscuridad por 5 ó 6 días. Después, cuando las radículas tuvieron una longitud de 1.5 a 2 cm, se colectaron sus puntas en crecimiento activo (5 a 10 mm). Cinco muestras por genotipo, fueron tratadas con 8-hidroxiquinolina (2 mM) a temperatura ambiente (18 a 24 °C) durante 4 h; posteriormente, se fijaron en solución 3:1 (v/v alcohol absoluto: ácido acético glacial), se conservaron en refrigeración a 4 °C, hasta su evaluación al microscopio (García, 1990). Al momento de observar los cromosomas al microscopio óptico, se cortó la punta de la raíz (2 ó 3 mm) y se hirvieron en ácido acético al 45% por 30 s, se separó la masa celular y se colocó sobre un portaobjetos con una gota de ácido acético al 45% y una gota de rojo carmín al 2% (v/v); enseguida, se ejerció presión uniforme con el dedo pulgar sobre el cubreobjeto, para que los cromosomas se dispersen, se hicieron los recuentos cromosómicos al menos en cinco preparaciones y diez células metafásicas por preparación por planta, con el objetivo de inmersión 100x con contraste de fases (García, 1990). Para el estudio citoembriológico se fijaron inflorescencias previo a la anthesis, en soluciones de alcohol al: 30, 50, 70, 85 y 100% durante 12 h en cada concentración. Los ovarios se deshidrataron en una serie de alcohol 50% y 50% xileno, y xileno al 100% por 12 h; posteriormente, se embebieron en parafina y se hicieron cortes seriados con el micrótopo a 12 µm. Se montaron en portaobjetos y se colorearon con safranina y fast-green. Finalmente, se observaron y fotografiaron los cortes de los sacos embrionarios, con un microscopio Axio Imager M1 Zeiss, con cámara integrada AxioCam MRc5 y capturadas las fotografías con el Software Axio Vision 4.6. Las fotografías se editaron con el software *IngeJ* versión 8.0. La eventual presencia de uno o más sacos apospóricos por óvulo indicaría que la planta está genéticamente capacitada para la reproducción apomíctica. Este experimento se realizó en el Laboratorio de Microhistología del Colegio de Postgraduados y en el Laboratorio de Cruzas Amplias del CIMMYT.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio de citología reveló diferentes niveles de ploidía, los siete genotipos fueron tetraploides ($2n=4x=36$) y el cultivar de Buffel "Frío" fue pentaploide ($2n=5x=45$; Cuadro 1), lo que indica que todos son apomícticos; sin embargo, existen evidencias (Hignihit *et al.*, 1991; Visser *et al.*, 2000), de que genotipos tetraploides y pentaploides presentan niveles muy bajos de apomixis facultativa, lo que podría explicar las variaciones morfológicas y químicas observadas entre genotipos tetraploides. El diferente nivel de ploidía entre el Buffel "Frío", generado de fecundación de una célula huevo no reducida y polen reducido normalmente ($2n=5x=45$) y los siete genotipos podrían explicar diferencias morfológicas en altura de planta, longitud de inflorescencia y producción de forraje; sin embargo, probablemente no sea la razón principal de estas diferencias, porque existe mayor variación entre genotipos tetraploides, lo que sugiere que provienen de poblaciones diferentes.

Todos los genotipos presentan sacos embrionarios (SE) múltiples (Figura 1), lo que indica la presencia de apomixis apospórica tipo *Panicum* (Burson, 1994), con dos sinérgidas, una ovocélula no reducida, un núcleo polar y ausencia de antípodas (Winger, 1984). En la apomixis facultativa (Hignight *et al.*, 1991) se desarrollan de manera simultánea SE sexuales y apomícticos en un mismo ovario, los SE sexuales son de menor tamaño y degeneran por madurez tardía normalmente, lo que promueve el desarrollo de sacos embrionarios de mayor tamaño que son los apospóricos (Burson, 1994; Savidan, 2000).

CONCLUSIONES

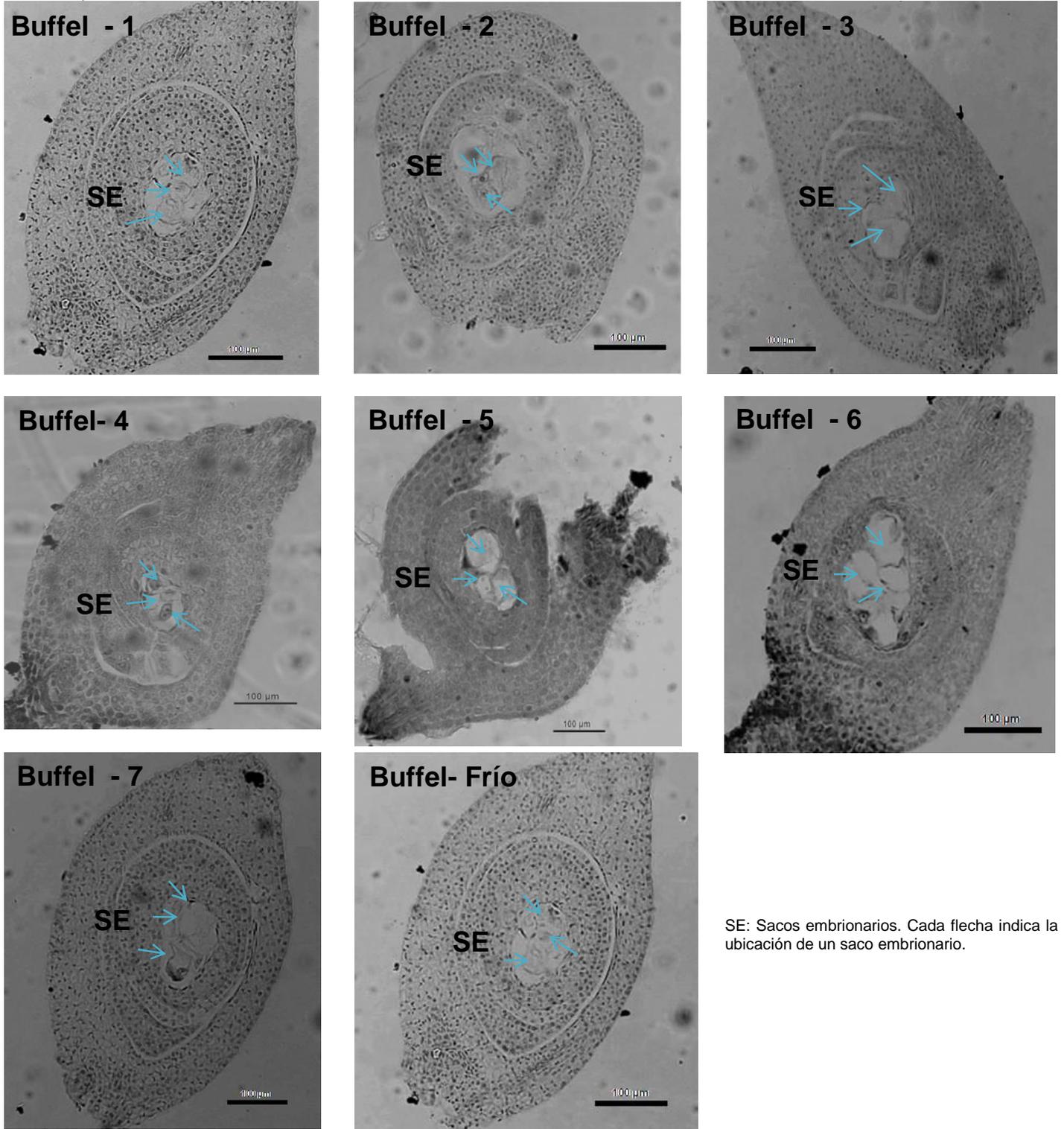
Los siete nuevos genotipos de pasto Buffel fueron tetraploides ($2n=4x=36$) y el cultivar Frío pentaploide ($2n=5x=45$), todos los genotipos presentan múltiples sacos embrionarios y su tipo de reproducción es por apomixis apospórica. Se desarrollaron de manera simultánea sacos embrionarios sexuales y apomícticos en un mismo ovario, los sacos embrionarios sexuales son de menor tamaño y degeneran por madurez tardía normalmente, lo que promueve el desarrollo de sacos embrionarios de mayor tamaño que son los apospóricos.

AGRADECIMIENTOS. A las Línea Prioritaria de Investigación 11 (LPI-11) y 16 (LPI-16 del Fideicomiso para la Investigación del Colegio de Postgraduados, por el apoyo financiero para el desarrollo de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Bogdan, A. V. 1997. Pastos tropicales y plantas de forraje. A. G. T. Editor, S. A. México, D. F. 461 p.
- Burson, B. L., and H. W. Bennett. 1971. Chromosome number, microsporogenesis, and mode of reproduction of seven *Paspalum* species. *Crop Sci.* 11: 292-294.
- Burson, B. L. 1994. Cytological mechanism of apospory and diplospory. *In: Apomixis: exploiting hybrid vigor in rice.* International Rice Research Institute. Manila, Philippines. pp: 35-39.
- García, V. A. 1990. Técnicas y procedimientos de citogenética vegetal. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 144 p.
- Hatch, S. L., y M. A. Hussey. 1991. Origen, taxonomía y oportunidades de mejorar genéticamente al Buffel y especies afines. *In: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez. Aprovechamiento integral del zacate Buffel.* Simposio Internacional. Séptimo congreso nacional sobre manejo de pastizales. SOMMAP. Cd. Victoria, Tamps. México. pp: 3-13.
- Hignight, K. W., E. C. Bashaw, and M. A. Hussey. 1991. Cytological and morphological diversity of native apomictic Buffelgrass, *Pennisetum ciliare* (L.) Link. *Bot. Gaz.* 152(2): 214-218.
- Marshall, V. M., M. M. Lewis, and B. Ostendorf. 2011. Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A review. *Journal of Arid Environments.* 78: 1-12.
- Savidan, Y. H. 2000. Apomixis: Genetics and breeding. *Plant Breed Rev.* 18: 13-81.
- Sherwood, R. T., and D. L. Gustine. 1994. Modifying embryo sac development and strategies for cloning the apomixes gene from Buffelgrass. *In: Apomixis: exploiting hybrid vigor in rice.* International Rice Research Institute. Manila, Philippines. pp: 47-50.
- Snyder, L. A., A. R. Hernandez, and H. E. Warmke. 1955. The mechanism of apomixis in *Pennisetum ciliare*. *Bot. Gaz.* 116: 209-221.
- Visser, N. C., J. J. Spies, and H. J. T. Venter. 2000. Apomictic embryo sac development in *Cenchrus ciliaris* (Panicoideae). *Bothalia.* 30: 103-110.
- Warmke, H. E. 1954. Apomixis in *Panicum maximum*. *Am. J. Bot.* 41: 5-11.
- Winger, C. L. J. 1984. Cytology and genetics of mode of reproduction in a facultatively apomictic accession of Buffelgrass. Ph. D. Thesis. Texas A&M. Univ., College Station. Texas, EEUU. 150 p.

Figura 1. Sacos embrionarios de siete nuevos genotipos y el cultivar "Frío" de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.)



SE: Sacos embrionarios. Cada flecha indica la ubicación de un saco embrionario.

Cuadro 1. Sitio de colecta, estatus, altitud de origen, número de cromosomas, nivel de ploidía y sistema reproductivo de los ocho genotipos evaluados de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L).

No. de genotipo	Área de colecta	Estatus	Altitud (msnm)	No. de cromosomas	Ploidía	Sistema reproductivo
B – 1	Shewa, Etiopia	Silvestre	1530	36	2n = 4x = 36	Aposporia
B – 2	Shewa, Etiopia	Silvestre	1760	36	2n = 4x = 36	Aposporia
B – 3	Sidamo, Etiopia	Silvestre	1600	36	2n = 4x = 36	Aposporia
B – 4	Sodo, Etiopia	Silvestre	1700	36	2n = 4x = 36	Aposporia
B – 5	Alaba, Etiopia	Silvestre	1750	36	2n = 4x = 36	Aposporia
B – 6	Arsi, Etiopia	Silvestre	1670	36	2n = 4x = 36	Aposporia
B – 7	Muranga, Kenia	Silvestre	1530	36	2n = 4x = 36	Aposporia
B - Frío*	--	Cultivar	--	45	2n = 5x = 45	Aposporia

*Cultivar liberado por la USDA-ARS en 1999, bajo las denominaciones T-704, T-409704 y 409704 (Hussey y Burson, 1999).

**CALIDAD FÍSICA, FISIOLÓGICA Y MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN EN SEMILLA DE
Leucaena leucocephala Lam. de Witt.**

PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITY AND METHODS SCARIFICATION ON *Leucaena leucocephala* Lam. de Witt SEED

Raúl Plascencia Jiménez^{1*}, Mario Vega Loera¹, Alejandra Pérez Hernández¹,
Manuel Silva Luna² y Adrián R. Quero Carrillo¹.

¹Área de Ganadería, Colegio de Posgraduados, ²S.E. La Huerta, INIFAP.
raulplascencia83@hotmail.com

RESUMEN

Con el propósito de determinar la calidad física y fisiológica de semilla de Guaje, producida en Jalisco, se realizó el presente estudio en el Laboratorio de Análisis de Semillas del Colegio de Posgraduados. Los tratamientos incluyeron: 1) calidad física; 2) calidad fisiológica y de vigor; y 3) métodos de escarificación. Las variables fueron: CH; PF; PH; P1000S; GE; F; EA; T; AC, aplicación de KNO₃ al 0.2% (KNO₃) y de AG₃ al 0.1% (AG₃). Para viabilidad se empleó la prueba de tetrazolio al 1% p/v a 35 °C durante 5 h en cuatro repeticiones de 100 semillas. Se utilizó un diseño completamente al azar empleando el procedimiento de GLM y prueba de Tukey ($P < 0.05$) para la comparación de medias, los datos se transformaron en arco seno mediante el paquete estadística SAS (2003). Para CH, PF, PH y P1000S se obtuvieron valores de 5.7%, 99.7%, 82 kg/hL y 53 g, respectivamente. Para GE, F y EA se encontraron promedios de 9, 6 y 28% de germinación a los 7 d y 13, 13 y 34% de germinación a los 14 d, respectivamente. Para T, AC, KNO₃ y AG₃ se observaron valores de 3, 65, 9 y 6% de germinación a los 7 d y 14, 80, 14 y 13% de germinación a los 14 d, respectivamente. Guaje presentó 86% de latencia. Se observó 50% de viabilidad en la semilla. La aplicación de calor a la semilla incrementa el porcentaje de germinación. Es necesario realizar ensayos para determinar la dosis y el tiempo para evaluar la viabilidad con tetrazolio, así como, mejor capacitación.

Palabras clave: peso volumétrico, germinación, pruebas de vigor, agua caliente

ABSTRACT

In order to determine the physical and physiological quality Guaje Seed produced in Jalisco, this study was performed in the Seed Testing Laboratory of the Graduate School. Treatments included: 1) physical quality, 2) and of force physiological quality, and 3) methods of scarification. The variables were: CH, PF, PH, P1000S, GE, F, EA, T, AC, application of 0.2% KNO₃ (KNO₃) and 0.1% GA₃ (GA₃). For viability test was used tetrazolium 1% w / v at 35 ° C for 5 h in four replicates of 100 seeds. We used a completely randomized design using the GLM procedure and Tukey test ($P < 0.05$) for comparison of means, the data were transformed into arcsine using SAS statistical package (2003). For CH, PF, PH and P1000S values were 5.7%, 99.7%, 82 kg / hL and 53 g, respectively. GE, F and EA were found averages of 9, 6 and 28% germination at 7 d 13, 13 and 34% germination at 14 d, respectively. To T, AC, KNO₃ and AG₃ values were observed 3, 65, 9 and 6% germination at 7 d 14, 80, 14 and 13% germination at 14 d, respectively. Guaje presented 86% of latency. 50% was observed in the seed viability. Applying heat to the seed germination percentage increases. Trials are needed to determine the dose and the time to evaluate tetrazolium viability, as well as better training.

Keywords: volumetric weight, germination, vigor tests, hot water

INTRODUCCIÓN

La mezcla de leguminosas con pastizales es una práctica que contribuye para la fijación biológica de nitrógeno debido a que las bacterias del género *Rhizobium* se asocian con las leguminosas formando nódulos fijadores de nitrógeno los cuales incrementan la fertilidad del suelo (Lok *et al.*, 2011). La óptima calidad fisiológica de la semilla se alcanza en la madurez fisiológica y posteriormente inicia su disminución inexorable que depende de las condiciones de almacenamiento (Salazar *et al.*, 2006). El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad física y fisiológica de *Leucaena leucocephala* Lam. de Witt, cosechada en la costa del estado de Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el laboratorio de análisis de semillas del *Campus* "Montecillo" del Colegio de Posgraduados, localizado en el Km 36.5 de la carretera México-Texcoco, municipio de Texcoco, Estado de México; entre el paralelo 19° 27' de LN y 98° 54' LO y a una altura de 2220 m. La semilla se cosecho en el Sitio Experimental Costa de Jalisco del INIFAP localizado entre el límite de los municipios de La Huerta y Casimiro Castillo, en el Km 204 de la carretera Guadalajara-Barra de Navidad en los 19° 31' 15" LN y 104° 32' 00" LO, a una altitud de 298 msnm. El tipo climático al que pertenece es Aw1 (Ruiz *et al.*, 2003) y la zona térmica a la que corresponde es cálida con lluvias en verano, la precipitación promedio anual es de 1452 mm. El tipo de suelo es Feozem, haplico y el pH del suelo en los primeros 30 cm es ligeramente ácido con 6.1.

Los tratamientos estuvieron constituidos por la combinación de: 1) calidad física; 2) pruebas de calidad fisiológica y de vigor [Germinación estándar (GE, prueba fisiológica, considerada como testigo), prueba de frío (F, prueba de vigor), envejecimiento acelerado (EA, prueba de vigor)]; y 3) métodos para romper la latencia [agua caliente (AC), aplicación de KNO₃ al 0.2% (KNO₃) y aplicación de AG₃ al 0.1% (AG₃). Antes de realizar las pruebas las semillas se desinfectaron en cloro al 10%, durante 1 min y se enjuagaron en agua destilada durante 3 min.

El contenido de humedad de la semilla (CH) se determinó en base al método de secado en estufa, en donde se cuantificaron 100 semillas, las cuales se depositaron en una estufa a 130 °C por 1 h, para ello se utilizaron cuatro repeticiones, los resultados se expresaron en porcentaje de acuerdo con la ISTA (2005).

En 1 kg de semilla se determinó la pureza física (PF) en la cual se separó la proporción de semilla pura y materia inerte (semillas quebradas, semillas de malezas y residuos de vainas). El peso hectolítrico (PH) se determinó mediante el método de la probeta, que consistió en pesar una muestra de 50 g de semilla, para determinar el volumen que desplazó la masa de semilla en la probeta, cuyo valor se expresa en kg/hL. Para el peso de 1000 semillas (P1000S) se obtuvo cuantificando y pesando ocho repeticiones de 100 semillas. Se calculó el coeficiente de variación (CV%) el cual fue menor de 4% para poder calcular el P1000S cuyo valor se obtuvo multiplicando por diez el promedio de las 100 semillas en las ocho repeticiones (ISTA 2005). Para la prueba de GE se cuantificaron cuatro repeticiones de 100 semillas seleccionadas al azar, utilizando el método entre papel propuesto por la ISTA (2005), estas se depositaron en el sustrato que fue papel toallas sanitas, colocadas sobre dos toallas, previamente humedecidas con agua destilada. Posteriormente, las semillas se cubrieron con otras dos toallas húmedas, se enrollaron en forma de taco y se pusieron a germinar colocadas verticalmente dentro de bolsas de polietileno transparentes en una cámara germinadora con ambiente controlado a 25±1°C. Durante la prueba se estuvo revisando la cantidad de agua en los tacos y se les aplicaba la cantidad de agua, según las necesidades de cada taco. Para la prueba de F se contabilizaron cuatro repeticiones de 100 semillas al azar, para el conteo de las plántulas se siguió la metodología de la prueba GE, posteriormente, las bolsas transparentes de polietileno con los tacos se colocaron en un refrigerador calibrado a 10 °C de temperatura durante 7 días de acuerdo con (Burris y Navratil, 1979), posteriormente se realizó la prueba de GE. Para la prueba de EA se utilizó la metodología

propuesta por Delouche y Baskin (1973) con las modificaciones realizadas por Rincón y Molina (1990) que consiste en usar cajas de plástico tipo sandwichera a las cuales se les agregó 80 ml de agua destilada y depositando una malla de alambre a 1.5 cm por arriba del nivel del agua, sobre la cual se distribuyeron las 100 semillas con cuatro repeticiones. Las cajas se sellaron con cinta adhesiva para evitar la evaporación del agua y se introdujeron en una cámara germinadora a $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ con una humedad relativa de 100% durante 72 h. Posteriormente, la semilla se sometió a la prueba de GE.

Para los métodos de escarificación, se evaluaron 100 semillas con cuatro repeticiones, depositadas en cajas petri sin escarificación como testigo (T). Para determinar si las semillas tenían latencia se evaluaron tres pruebas: 1) AC, en donde se contabilizaron cuatro repeticiones de 100 semillas y se colocaron en un vaso de precipitado que contenía 250 ml de agua destilada con una temperatura constante de 80°C por 3 min, posteriormente las semillas se depositaron en cajas petri las cuales se colocaron en la cámara de germinación; 2) aplicación de KNO_3 , para la preparación de la solución se disolvieron 2 g de KNO_3 en 1000 ml de agua destilada y se aplicaron 20 ml de la solución preparada en caja petri que contenían 100 semillas, la evaluación se realizó en cuatro repeticiones; 3) aplicación de AG_3 se depositaron 20 ml de la solución preparada a 100 semillas las cuales estaban depositadas en cajas petri con cuatro repeticiones. Cabe señalar que para las pruebas antes mencionadas los conteos se realizaron hasta el día 21 después de la siembra (dds); sin embargo, no se presentan datos de conteos hasta el día 21 porque, ya no se presentaron germinaciones; además, en todos los tratamientos se presentaron hongos. Para determinar la viabilidad (VT) de las semillas se empleó la prueba de tetrazolio propuesta por (Delouche *et al.*, 1971). En la cual se tomaron cuatro repeticiones de 100 semillas. Primeramente la semilla se lijó en el lado opuesto del embrión con una lija del # 220 para que la semilla se pudiera embeber, después, la semilla se puso en imbibición en agua destilada por 24 h a temperatura ambiente, posteriormente transcurrido este tiempo se eliminó la testa de la semilla. Las semillas se colocaron en vasos de precipitados, depositando la solución de cloruro-2-3, 5-trifenil tetrazolio (1% p/v) de tal forma que cubriera completamente la semilla. Los vasos de precipitados que contenían las semillas y la solución se colocaron en una estufa con temperatura controlada de 35°C en oscuridad por un tiempo de 5 h. Transcurrido este tiempo las semillas se enjuagaron con agua destilada y depositadas en cajas petri con agua destilada para evitar que las semillas se deshidrataran y realizar de una forma sencilla la lectura de las semillas viables y no viables. Las lecturas de viabilidad se realizaron en las estructuras embrionales y de los cotiledones con un microscopio estereoscópico. Para todas las pruebas evaluadas se realizaron conteos a los 7 (G7) y 14 (G14) dds contabilizando plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), semillas duras (SD) y semillas muertas (SM), en donde las plántulas normales presentaron raíz y plúmula bien desarrollada, sana y sin malformaciones. Para el análisis de la información se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de tratamientos empleando el procedimiento de GLM y prueba de Tukey ($P < 0.05$) para comparar medias entre tratamientos, así como sus interacciones, previamente los datos se transformaron en arco seno mediante el paquete estadístico SAS (2003).

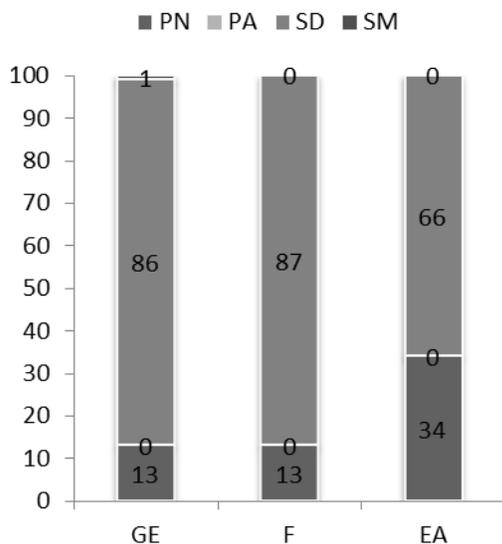


Figura 1. Pruebas fisiológicas

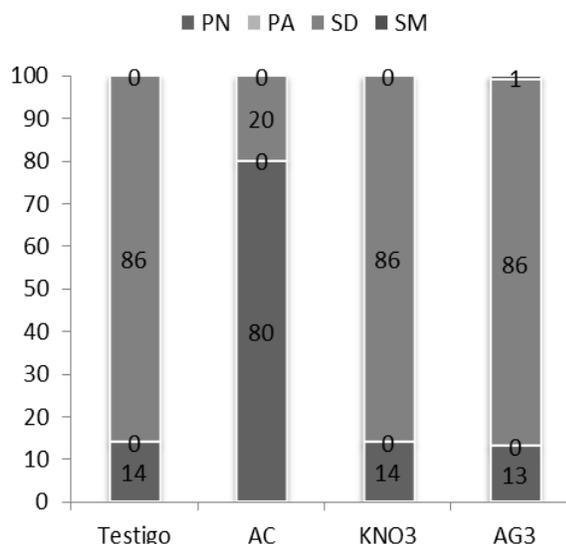


Figura 2. Métodos de escarificación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para CH, PF, PH y P1000S se observaron valores de 5.7%, 99.7%, 82 kg/hL y 53 g, de manera respectiva. Para GE, F y EA se encontraron promedios de 9, 6 y 28% de germinación a los 7 d

CONCLUSIONES

La aplicación de calor en la semilla, incrementa la germinación de *Leucaena*. La semilla de Guaje presentó 86% de latencia. Es necesario determinar el tiempo y las dosis para evaluar la prueba de tetrazolol, así como, mayor capacitación para su evaluación.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece a la LPI-11 del Colegio de Postgraduados, por su valioso apoyo económico para el desarrollo de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Búrbano, E. A. 1990. Efecto de la escarificación química en el calidad de semillas de *Centrosema* spp., durante el almacenamiento. *Agronomía Mesoamericana* 1:63-67.
- Burris, J. S. and Navratil, R. J. 1979. Relationship between laboratory cold-test methods and field emergence in maize inbreds. *Agron. J.* 71:985-988.
- Delouche J C, T Wayne S, M Raspet, M Lienhard. 1971. Prueba de viabilidad de semillas con tetrazolol. CRAT, AID. Buenos Aires, Argentina. 256 p.
- Delouche, J. C. and Baskin, C. C. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. Technol.* 1:427-452.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2005. International rules for seed testing. *Seed Sci. and Technol.* Edition 2005/1.P.O. BOX 308,8303 Bassersdorf, CH-Switzerland.
- Lok, S., G. Crespo, V. Torres, T. Ruíz, S. Fraga y A. Noda. 2011. Determinación y selección de indicadores en un pastizal basado en la mezcla múltiple de leguminosas rastreras con vacunos en ceba. *Revista Cubana de Ciencias Agrícola* 45(1):59-71.
- Rincón, F y J. Molina. 1990. Efecto del método de envejecimiento artificial sobre la germinación de semillas de maíz. *Agronomía Mesoamericana* 1:51-53.

- 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
- Salazar, P., A. Trejo y L. M. Hernández. 2006. Pruebas de envejecimiento acelerado en semillas de maíz (*Zea mays* L.) de diferentes bases genéticas. Rev. Unell. Cienc. Tec 24:63-69.
- Statistical Analysis System (SAS). 2003. User's Guide: statistics. Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA Y FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE LEGUMINOSA *Cratylia argentea*

PHYSICAL QUALITY ASSESSMENT AND SEED PHYSIOLOGICAL *Cratylia argentea*

Vega LMA¹, Plascencia JR¹, Pérez HA¹, Silva LM²

¹Área de Ganadería, Colegio de Posgraduados, ²INIFAP-CIRPAC- C.E. Tecoman.
mvega_312@hotmail.com

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en el laboratorio de análisis de semillas del Colegio de Postgraduados. Con el objetivo de evaluar la calidad física y fisiológica de semillas de *Cratylia argentea*. Los tratamientos incluyeron: 1) calidad física; 2) calidad fisiológica y de vigor; y 3) métodos de escarificación. Las variables fueron: CH; PF; PH; P1000S; GE; F; EA; T; AC, aplicación de KNO₃ al 0.2% y de AG₃ al 0.1%. Para viabilidad se empleó la prueba de tetrazolio al 1% p/v a 35 °C., se utilizó una estufa a 35°C., para acelerar la tinción, el cual se logró a las cinco h, de haber puesto las semillas, para escarificación se colocaron en cajas de petri agregándoles la solución a razón de 20 ml por cada tratamiento, se regaban con agua destilada, cada siete días se contaba germinación. Se utilizó un diseño completamente al azar empleando el procedimiento de GLM y prueba de Tukey ($P < 0.05$) para la comparación de medias, los datos se transformaron en arco seno mediante el paquete estadístico SAS (2003). CH, PF, PH y P1000S se encontraron valores de 5.4%, 98.8%, 74.5 kg/hL y 240 g, respectivamente. Para GE, F y EA se observaron promedios de 87, 62 y 50% de germinación a los 7 d y 92, 76 y 78% de germinación a los 14 d, respectivamente. Para T, AC, KNO₃ y AG₃ se documentaron valores de 5, 0, 15.3 y 15.7% de germinación a los 7 d y 95, 0, 96.7 y 98.7% de germinación a los 14 d, respectivamente. *Cratylia* presentó 3.7% de latencia. Se observó 53% de viabilidad en la semilla. La aplicación de KNO₃ y AG₃ promueven la germinación a los 14 d; F y EA contribuyen a determinar el vigor.

Palabras clave: semillas, germinación, tratamientos, viabilidad.

ABSTRACT

The work was developed in the seed testing laboratory of the Graduate College. In order to evaluate the physical and physiological quality of seeds of *C. argentea*. Treatments included: 1) physical quality, 2) and of force physiological quality, and 3) methods of scarification. The variables were: CH, PF, PH, P1000S, GE, F, EA, T, AC, application of KNO₃ and GA₃ 0.2% to 0.1%. For viability test was used tetrazolium 1% w / v at 35 ° C, we used an oven at 35 ° C, to accelerate the staining, which was achieved at five h, having put the seeds, for scarification were placed in petri dishes by adding the solution at a rate of 20 ml per treatment were watered with distilled water every seven days had germination. We used a completely randomized design using the GLM procedure and Tukey test ($P < 0.05$) for comparison of means, the data were transformed into arc sine using the statistical package SAS (2003). CH, PF, PH and P1000S values were found 5.4%, 98.8%, 74.5 kg / hl and 240 g, respectively. GE, F and EA averages were observed 87, 62 and 50% germination at 7 d 92, 76 and 78% germination at 14 d, respectively. To T, AC, KNO₃ and documented values AG₃ 5, 0, 15.3 and 15.7% germination at 7 d 95, 0, 96.7 and 98.7% germination at 14 d, respectively. 3.7% *Cratylia* latency introduced. 53% was observed in the seed viability. KNO₃ and applying AG₃ promote germination at 14 d, F and EA contribute to determining the force.

Key words: seed, germination, treatments, viability.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas forrajeras arbustivas tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción de rumiantes, particularmente en zonas subhúmedas (4 a 6 meses de sequía) del trópico. Las especies arbustivas producen más biomasa que las herbáceas, toleran mejor el mal manejo y tienen la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en localidades con sequías prolongadas. Las leguminosas arbustivas tienen además otros usos alternativos, tales como fuente de leña para uso doméstico y como barreras vivas rompe-vientos o para controlar erosión en zonas de ladera. Sin embargo, muchas de las leguminosas arbustivas conocidas e investigadas ampliamente (*Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina poeppigiana*) están marginalmente adaptadas a suelos ácidos y sequía prolongada. Entre las leguminosas arbustivas evaluadas en suelos ácidos por el CIAT, sobresalió *Cratylia argentea* (Desv) O. Kuntze (Perdomo, 1991).

Cratylia argentea es un arbusto nativo de la Amazonia, de la parte central de Brasil y de áreas de Perú, Bolivia y nordeste de Argentina. Se caracteriza por su amplia adaptación a zonas bajas tropicales con sequías hasta de 6 meses y suelos ácidos de baja fertilidad del tipo ultisol y oxisol. Bajo estas condiciones produce buenos rendimientos de forraje bajo corte y tiene la capacidad de rebrotar durante el período seco debido a un desarrollo radicular vigoroso. Por otra parte, produce abundante semilla y su establecimiento es relativamente rápido cuando las condiciones son adecuadas. Las leguminosas forrajeras, de manera general, representan alto valor proteico para la alimentación animal en condiciones de sabanas; sin embargo, tienen limitaciones para su establecimiento debido a la latencia de las semillas. La principal forma de propagación de las leguminosas es por semilla sexual; sin embargo, muchas semillas viables son incapaces de germinar inmediatamente después de madurar, aunque se les coloque en condiciones favorables, característica ésta denominada latencia o germinación diferida, y una de las causas es la impermeabilidad del tegumento (Corral *et al.*, 1990). Aparentemente la latencia es un mecanismo de supervivencia ante la presencia de determinadas condiciones climáticas: temperaturas muy bajas, alternancias de épocas secas y húmedas y climas desérticos (Cruz y Takaki, 1983). La latencia de semillas de leguminosas puede ser eliminada por escarificación química, mecánica o térmica, la cual permite acelerar el proceso de germinación (Halliday y Nakao, 1984). No obstante, se han observado diferencias entre la especie y cultivares en los métodos y tiempo de escarificación (Fariñas *et al.*, 1997; Sanabria *et al.*, 1997; Sanabria *et al.*, 2001). Uno de los principales problemas para el establecimiento de cultivos es la latencia de las semillas. En condiciones naturales esa latencia, tiene como propósito asegurar la supervivencia de las especies bajo condiciones desfavorables para el desarrollo de las plántulas (Skerman *et al.*, 1991; Ronaldo y Ferguson, 1992). Esta restricción causa irregularidad en la germinación provocando retardo en el establecimiento, además de favorecer la incidencia de malezas. Las causas más comunes de latencia son la presencia de altos niveles de crecimiento que bloquean las sustancias estimulantes y la presencia de una cutícula impermeable al agua y al oxígeno (Febles, 1975; Melthorpe y Muorby, 1974; Singer y Pitman, 1988).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El trabajo se realizó en el laboratorio de análisis de semillas del Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad, Producción de Semillas *Campus* "Montecillo", localizado en el Km 36.5 de la carretera México-Texcoco, municipio de Texcoco, Estado de México; entre el paralelo 19° 27' de LN y 98° 54' LO y a una altura de 2220 m. La semilla se cosecho en el Sitio Experimental Costa de Jalisco del INIFAP localizado entre el límite de los municipios de La Huerta y Casimiro Castillo, en el Km 204 de la carretera Guadalajara-Barra de Navidad en los 19° 31' 15" LN y 104° 32' 00" LO, a una altitud de 298 msnm. El tipo climático al que pertenece es Aw1 (Ruiz *et al.*, 2003) y la zona térmica a la que corresponde es cálida con lluvias en verano, la precipitación

promedio anual es de 1452 mm. El tipo de suelo es Feozem, haplico y el pH del suelo en los primeros 30 cm es ligeramente ácido con 6.1.

Los tratamientos estuvieron constituidos por la combinación de: 1) calidad física; 2) pruebas de calidad fisiológica y de vigor [Germinación estándar (GE, prueba fisiológica, considerada como testigo), prueba de frío (F, prueba de vigor), envejecimiento acelerado (EA, prueba de vigor)]; y 3) métodos para romper la latencia [agua caliente (AC), aplicación de KNO_3 al 0.2% (KNO_3) y aplicación de AG_3 al 0.1% (AG_3). Antes de realizar las pruebas las semillas se desinfectaron en cloro al 10%, durante 1 min y se enjuagaron en agua destilada durante 3 min. El contenido de humedad de la semilla (CH) se determinó en base al método de secado en estufa, en donde se cuantificaron 100 semillas, las cuales se depositaron en una estufa a $130\text{ }^\circ\text{C}$ por 1 h, para ello se utilizaron cuatro repeticiones, los resultados se expresaron en porcentaje de acuerdo con la ISTA (2005). En 1 kg de semilla se determinó la pureza física (PF) en la cual se separó la proporción de semilla pura y materia inerte (semillas quebradas, semillas de malezas y residuos de vainas).

El peso hectolítrico (PH) se determinó mediante el método de la probeta, que consistió en pesar una muestra de 50 g de semilla, para determinar el volumen que desplazó la masa de semilla en la probeta, cuyo valor se expresa en kg/hL. Para el peso de 1000 semillas (P1000S) se obtuvo cuantificando y pesando ocho repeticiones de 100 semillas. Se calculó el coeficiente de variación (CV%) el cual fue menor de 4% para poder calcular el P1000S cuyo valor se obtuvo multiplicando por diez el promedio de las 100 semillas en las ocho repeticiones (ISTA 2005). Para la prueba de GE se cuantificaron cuatro repeticiones de 100 semillas seleccionadas al azar, utilizando el método entre papel propuesto por la ISTA (2005), estas se depositaron en el sustrato que fue papel toallas sanitas, colocadas sobre dos toallas, previamente humedecidas con agua destilada.

Posteriormente, las semillas se cubrieron con otras dos toallas húmedas, se enrollaron en forma de taco y se pusieron a germinar colocadas verticalmente dentro de bolsas de polietileno transparentes en una cámara germinadora con ambiente controlado a $25\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$., durante la prueba se estuvo revisando la humedad y se les aplicaba agua, según las necesidades. Para la prueba de F se contabilizaron cuatro repeticiones de 100 semillas, para el conteo de las plántulas se siguió la metodología de la prueba GE, posteriormente, las bolsas transparentes de polietileno con los tacos se colocaron en un refrigerador regulado a $10\text{ }^\circ\text{C}$., de temperatura durante 7 días de acuerdo con (Burris y Navratil, 1979), posteriormente se realizó la prueba de GE. Para la prueba de EA se utilizó la metodología propuesta por Delouche y Baskin (1973) con las modificaciones realizadas por Rincón y Molina (1990) que consiste en usar cajas de plástico tipo sandwichera a las cuales se les agregó 80 ml de agua destilada, se colocó una malla de alambre a 1.5 cm por arriba del nivel del agua, sobre la cual se distribuyeron las semillas con cuatro repeticiones. Las cajas se sellaron con cinta adhesiva para evitar la evaporación del agua y se introdujeron en una cámara germinadora a $40\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ con una humedad relativa de 100% durante 72 h. Posteriormente, la semilla se sometió a la prueba de GE.

Para los métodos de escarificación, se evaluaron cuatro repeticiones con 100 semillas, depositadas en cajas petri sin escarificación como testigo (T). Para determinar si las semillas tenían latencia se evaluaron tres pruebas: 1) AC, se colocaron en un vaso de precipitado que contenía 250 ml de agua destilada a una temperatura constante de $80\text{ }^\circ\text{C}$., por 3 min, posteriormente las semillas se depositaron en cajas petri las cuales se colocaron en la cámara de germinación; 2) aplicación de KNO_3 , para la preparación de la solución se disolvieron 2 g de KNO_3 en 1000 ml de agua destilada y se aplicaron 20 ml de la solución preparada en caja petri que contenían las semillas, 3) aplicación de AG_3 se depositaron 20 ml de la solución preparada a las semillas las cuales estaban depositadas en cajas petri. Cabe señalar que para las pruebas antes mencionadas los conteos se realizaron hasta el día 21 después de la siembra (dds); sin embargo, no se presentan datos de conteos hasta el día 21 porque, ya no se presentaron germinaciones; además, en todos los tratamientos hubo presencia de hongos, esto ocasiono culminar pronto con

la evaluación. Para determinar la viabilidad (VT) de las semillas se empleó la prueba de tetrazolio propuesta por (Delouche *et al.*, 1971). En la cual se tomaron cuatro repeticiones de 100 semillas. Primeramente la semilla se lijó en el lado opuesto del embrión con una lija del número 220 para que la semilla se pudiera embeber, después, la semilla se puso en imbibición en agua destilada por 24 h a temperatura ambiente, posteriormente transcurrido este tiempo se eliminó la testa de la semilla. Las semillas se colocaron en vasos de precipitados, depositando la solución de cloruro-2,3, 5-trifenil tetrazolio (1% p/v) de tal forma que cubriera completamente la semilla, posteriormente se colocaron en una estufa a temperatura controlada de 35 °C en oscuridad por un tiempo de 5 h., transcurrido este tiempo las semillas se enjuagaron con agua destilada y depositadas en cajas petri con agua destilada para evitar que las semillas se deshidrataran y realizar de una forma sencilla la lectura de las semillas viables y no viables. Las lecturas se realizaron en las estructuras embrionales y de los cotiledones con un microscopio estereoscópico. Para todas las pruebas evaluadas se realizaron conteos a los 7 (G7) y 14 (G14) dds contabilizando plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), semillas duras (SD) y semillas muertas (SM), en donde las plántulas normales presentaron raíz y plúmula bien desarrollada, sana y sin malformaciones. Para el análisis de la información se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de tratamientos empleando el procedimiento de GLM y prueba de Tukey ($P < 0.05$) para comparar medias entre tratamientos, así como sus interacciones, previamente los datos se transformaron en arco seno mediante el paquete estadístico SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para CH, PF, PH y P1000S se encontraron valores de 5.4%, 98.8%, 74.5 kg/hL y 240 g, respectivamente. Para GE, F y EA se observaron promedios de 87, 62 y 50% de germinación a los 7 d y 92, 76 y 78% de germinación a los 14 d, respectivamente. Para T, AC, KNO₃ y AG₃ se documentaron valores de 5, 0, 15.3 y 15.7% de germinación a los 7 d y 95, 0, 96.7 y 98.7% de germinación a los 14 d, respectivamente. Cratylia presentó 3.7% de latencia. Se observó 53% de viabilidad en la semilla. La aplicación de KNO₃ y AG₃ promueven la germinación a los 14 d; F y EA contribuyen a determinar el vigor, es importante determinar el tiempo y la temperatura óptima, en ambas pruebas. Es necesario realizar ensayos para determinar la dosis y el tiempo para la prueba de viabilidad con tetrazolio, así como, capacitación para mejor evaluación. Es importante establecer la metodología en las pruebas anteriores para esta especie.

Trats	G14	PA	SD	SM
T	95	3	1	1
AC	0	0	0	100
KNO3	97	0	0	3
AG3	99	0	0	1

Cuadro 1. Resultado de las pruebas fisiológicas en semillas de cratylia, porcentaje de germinación en los tratamientos realizados

Trats	G14	PA	SD	SM
GE	92	4	2	2
F	76	10	0	14
EA	78	0	5	17

Cuadro 2. Resultados de los porcentajes de germinación realizados en las pruebas fisiológicas realizadas

Para este caso en el tratamiento de agua caliente el resultado fue negativo ya que ninguna semilla germinó, lo cual indica que la semilla pierde germinación al exponerse a aguas con temperaturas altas. En las pruebas fisiológicas hay diferencia significativa ($P < 0.01$), en donde el porcentaje de germinación fue superior en la prueba GE comparado con F y EA. En los métodos de escarificación hay diferencia significativa ($P < 0.01$) en donde AC fue diferente a los demás métodos de escarificación.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados, la *Cratylia* es una leguminosa que no necesita métodos de escarificación ya que la semilla presenta muy buena germinación, debido a que presenta una latencia muy baja, la cual no impacta en el establecimiento del cultivo. Es necesario abundar en trabajos con semillas de pastos y leguminosas, ya que existe carencia de información en cuanto a metodologías para desarrollar las pruebas realizadas. Se recomienda que para la prueba de tetrazolol se separe completamente los cotiledones evitando dañar el embrión, esto permitirá una mejor tinción y rapidez de la misma. Ya que la cubierta seminal es muy difícil de remover lo que hace muy difícil de embeber la solución.

LITERATURA CITADA

- Argel P, C Hidalgo, J González, M Lobo, V Acuña y C Jiménez (2001). Cv. Veraniega (*Cratylia argentea* (Desv. O. Kuntze) Una leguminosa arbustiva para la ganadería de América Latina Tropical. Boletín técnico. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). San José, C. R. 26 p.
- Burris, J. S. and Navratil, R. J. 1979. Relationship between laboratory cold-test methods and field emergence in maize inbreds. Agron. J. 71:985-988.
- Corral, R, J M Pita, y F Pérez García (1990). Some aspects of seed germination in four species of *Cistus* L. Seed Sci. Techn. 18 (2): 321-325.
- Cruz MS y M Takaki (1983). Dormancy and germination of seed of *Cloris urthonotho*n. Seed Sci. Techn. 11 (2):323:329.
- Delouche J C, T Wayne S, M Raspel, M Lienhard. 1971. Prueba de viabilidad de semillas con tetrazol. CRAT, AID. Buenos Aires, Argentina. 256 p.
- Delouche, J. C. and Baskin, C. C. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Sci. Technol. 1:427-452.
- Fariñas, J, D. Sanabria V y R Silva-Acuña (1997). Escarificación química de semillas de tres especies de *Centrosema* para sabanas bien drenadas. Zootecnia Tropical 15(2): 221-237.
- Febles, G (1975). Factores que afectan la germinación, I. Factores ocurrentes antes de la siembra. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 9 (1): 77-79.
- Halliday J, P Nakao (1984). Technical note on the germination of leguminous tree seeds. Pesquisa Agropecuaria. 19:231.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2005. International rules for seed testing. Seed Sci. and Technol. Edition 2005/1.P.O. BOX 308,8303 Bassersdorf, CH-Switzerland.
- Melthorpe, F L y J Muorby (1974). Introduction to Crop Physiology. Cambrigde University Press Cambrigde.
- Perdomo, P (1991). Adaptación edáfica y valor nutritivo de 25 especies y accesiones de leguminosas arbóreas y arbustivas en dos suelos contrastantes. Tesis de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 128 p.
- Ronaldo, P de A y J E Ferguson (1992). La calidad de las semillas en el establecimiento de las pasturas. In: Establecimiento y Renovación de Pasturas. C. Lascano y J. Spain (eds). Sexta Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. Cali, Colombia. pp. 19-50.

- 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
- Sanabria V D, R Silva-Acuña, C Alfaro y M Oliveros (1997). Escarificación térmica de semillas de tres accesiones de *Leucaena leucocephala*. *Zootecnia Tropical* 15(2): 67-80.
- Sanabria V D, R Silva-Acuña, M Oliveros R Barrios (2001). Escarificación química y térmica de semillas subterráneas de *Centrosema rotundifolium*. *Bioagro* 13(3): 117-124.
- Singer, K L y W D Pitman (1988). Germination requirements of a perennial *Alysicarpus vaginalis* accesión. *Agronomy J.* 80(6): 962-966.
- Skerman P J, D G Cameron y F Riveros (1991). Leguminosas Forrajeras Tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Roma. 707 p.

ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA, RASTROJO Y RENDIMIENTO DE CULTIVARES DE MAÍZ EN CLIMA TEMPLADO

SPECIFIC LEAF AREA, STUBBLE AND YIELD OF MAIZE CULTIVARS IN TEMPERATE CLIMATE

José Alberto Salvador Escalante-Estrada¹, María Teresa Rodríguez-González.¹
y Yolanda Isabel Escalante-Estrada².

¹Postgrado en Botánica. *Campus* Montecillo. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de Méx, México.56230. ²Instituto de Investigación Científica área de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo Guerrero México. jasee@colpos.mx.

RESUMEN

El interés por los residuos agrícolas o rastrojo en la alimentación de rumiantes, se ha incrementando, no obstante la baja digestibilidad debida a su estado de lignificación. Del rastrojo, las hojas son las de mayor preferencia para el ganado, por lo que para estimar su dureza y por lo tanto su palatabilidad, se recurre a evaluar el área foliar específica. El objetivo del presente estudio fue determinar las diferencias en el área foliar específica, producción de rastrojo, materia seca total y grano en cultivares de maíz. Además, de conocer el ingreso neto de este sistema productivo. El estudio se realizó durante el verano del 2011 en Montecillo, Texcoco, Estado de México, México (19° 29' N, 98° 53' O, a 2250 m de altitud), con clima templado, lluvias en verano, temperatura media anual de 14.6 °C y 558.5 mm de precipitación (García, 2005). La siembra de unicultivo de maíz se realizó el 15 de junio en un suelo arcilloso, con pH 8.0, a la densidad de 4.16 plantas m⁻² en surcos de 0.80 m de separación, con los cvs (tratamientos): Huamantla 96, de Huamantla, Tlax.; Criollo Azul, de San Pablo Ixayoc, Edo. de Méx; Criollo de Tocuila, Edo. de Méx; Labrador, de Chapingo, Edo. de Méx; Dulce de Nativitas, Edo. de Méx; Criollo de Montecillo, Edo. de Méx.; Criollo de San Andrés Chiautla y Puebla 20, de Puebla, Pue. Se encontró variabilidad en el área foliar específica, producción de rastrojo, biomasa total, rendimiento y el ingreso neto entre cultivares de maíz. El área foliar específica presentó una relación negativa con la cantidad de rastrojo y positiva con el rendimiento en grano. El cultivar de mayor ingreso neto fue el Criollo de Montecillo, seguido de Labrador, Azul, Tocuila y Puebla. El ingreso neto más bajo correspondió a Huamantla, San Andrés y Dulce.

Palabras clave: *Zea mays* L., Fenología, Materia Seca, Ingreso neto.

INTRODUCCIÓN

A medida que la disponibilidad de granos se reduce, el interés por la utilización de residuos agrícolas o rastrojo en la alimentación de rumiantes se ha incrementado, no obstante su bajo valor alimenticio por su baja digestibilidad, debida a su estado de lignificación. Dentro de los rastrojos, compuestos generalmente por tallos y hojas, son éstas, las de mayor palatabilidad para el ganado, ya que presentan mayor proporción de grasas, proteínas y carbohidratos simples, pero menos lignina y fibras que los tallos. Mediante el área foliar específica (AFE), definida como el área foliar en dm²/ la materia seca (MS) en g, se estima la dureza de la hoja, su palatabilidad y se correlaciona con la digestibilidad (Choong *et al.*, 1992). El AFE indica la proporción de tejidos no digeribles como lignina, las fibras de celulosa, hemicelulosa y el sílice, que son los que le confieren dureza (Leoni, 1997). Se han reportado correlaciones negativas entre el AFE y el contenido de fibras o entre el índice de esclerofilia de Loveless (% de fibra cruda / % de proteína cruda) y correlaciones positivas con el contenido nutrimental de la hoja, principalmente N y P (Wright *et al.*, 2001). Así, plantas con mayor AFE pueden considerarse más palatables, tanto por su menor dureza como por su mayor calidad nutritiva. Aún cuando el objetivo principal al sembrar el

maíz, sea el grano, también es de importancia buscar incrementos en cantidad y calidad del rastrojo, ya que generará un ingreso adicional a corto o mediano plazo. Así, los estudios al respecto, deberían considerarse para ambos fines. Una manera de incrementar el rendimiento de forraje o rastrojo del maíz en cultivo asociado o unicultivo, es la búsqueda de cultivares (cvs) que presenten mayor producción de biomasa (materia seca), mayor distribución hacia las hojas y un área foliar específica más alta. El objetivo del presente estudio fue determinar las diferencias en el área foliar específica, producción de rastrojo, materia seca total y grano, en cultivares de maíz. Además, de evaluar el ingreso neto de este sistema productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el verano del 2011 en Montecillo, Texcoco, Estado de México, México (19° 29' N, 98° 53' O, a 2250 m de altitud), con clima templado, lluvias en verano, temperatura media anual de 14.6 °C y 558.5 mm de precipitación (García, 2005). La siembra de unicultivo de maíz se realizó el 15 de junio en un suelo arcilloso, con pH 8.0, a la densidad de 4.16 plantas m⁻² en surcos de 0.80 m de separación, con los cvs (tratamientos): Huamantla 96, de Huamantla, Tlax.; Criollo Azul de San Pablo Ixayoc, Edo. de Méx; Criollo de Tocuila, Edo. de Méx; Labrador de Chapingo, Edo. de Méx; Dulce de Nativitas, Edo. de Méx; Criollo, de Montecillo Edo. de Méx., Criollo de San Andrés Chiautla y Puebla 20, de Puebla, Pue., a los cuales se hará referencia posteriormente como: Huamantla, Azul, Tocuila, Labrador, Dulce, Montecillo, San Andrés y Puebla, respectivamente. El diseño experimental fue bloques al azar y cuatro repeticiones. Las variables en estudio fueron: el área foliar específica (AEF = área foliar en dm²)/MS foliar en g), la biomasa total o acumulación de materia seca (MS, g m⁻², BT); MS del rastrojo (MST_(tallos)+MSH_(hojas), g m⁻²). Durante el desarrollo del estudio se registraron las etapas fenológicas bajo los criterios siguientes: días a emergencia, se consideró como tal cuando más del 50% de las plántulas emergieron del suelo; floración masculina y femenina cuando más del 50% de las plantas apareció la panícula y los estilos y estigmas y madurez fisiológica (MF) cuando el pedicelo de los granos de la mazorca presentaron color negro. Además se registró la temperatura máxima (T_{máx}), mínima (T_{mín}) y la precipitación pluvial (PP, mm). A las variables en estudio se les aplicó un análisis de varianza y a los tratamientos con diferencias significativas la prueba de comparación de medias (Tukey $\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología y variables del clima. La emergencia de los genotipos ocurrió a los 8 días después de la siembra (dds), la floración entre los 78 a 82 dds y la madurez fisiológica (MF) a los 147 dds. La temperatura media máxima y media mínima durante el desarrollo del cultivo fue de 28 °C y 7°C, respectivamente. La precipitación total fue de 339 mm. A partir de los 119 dds no ocurrió lluvia, lo que posiblemente limitó un mayor llenado del grano, el rendimiento y el ciclo de crecimiento del cultivo. *Área foliar específica, rastrojo, biomasa y rendimiento.* En el cuadro 1 se observa que los cultivares criollo Montecillo, Tocuila y Puebla presentaron un AFE más alta, lo que indica mayor palatabilidad para el ganado; seguido de Azul, Labrador, San Andrés y Huamantla y por último el maíz Dulce que presentó el AFE más baja, lo que indica mayor grosor, dureza de las hojas y en consecuencia menor digestibilidad, además de un supuesto bajo contenido nutrimental (Wright *et al.*, 2001). Por otra parte, debido a una más baja acumulación de MS por unidad de área foliar, se observó una relación inversa entre el AEF y la cantidad de rastrojo (Figura 1). La AFE mostró una relación baja con la BT ($R^2 = 0.57$ NS); mientras que con el RG fue alta ($R^2 = 0.77^{**}$, Fig. 2), indicando la posibilidad de una mayor traslocación de MS desde las hojas hacia el grano. *Análisis económico.* El análisis económico presentado en el cuadro 2, indica que con el cv Criollo de Montecillo se logró el mayor ingreso neto (IN) por hectárea con \$14,880. En función del ciclo del cultivo (147 días), esto representa un ingreso de \$101 por día⁻¹; seguido de los criollos Labrador, Azul, Tocuila y Puebla. El IN más bajo correspondió a Huamantla, San Andrés y Dulce. El IN encontrado en éste estudio es cercano al reportado por Viveros-Flores *et al.*(2010) para el Valle de

Puebla (\$16,799). Dicha diferencia pueden explicarse debido a las diferentes condiciones climáticas, cultivar, tecnología de producción utilizada y precio del producto en el mercado.

Cuadro 1. Biomasa (BT), rastrojo (RAST_{tallos+hojas}), área foliar específica (AFE) y rendimiento de grano (RG) de cultivares de maíz. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. México., verano 2011.

Cultivares	BT(gm ⁻²)	RAST g m ⁻²	AEF (dm ² g ⁻¹)	RG (gm ⁻²)
Huamantla	1096 c	648 c	2.3 c	448 c
Puebla	1156 b	639 c	2.8 a	517 b
San Andrés	1121 b	740 a	2.3 c	381 d
Montecillo	1188 a	606 cd	2.9 a	582 a
Tocula	1133 b	585 d	2.9 a	548 a
Dulce	1090 c	720 ab	2.0 d	370 d
Labrador	1202 a	685 b	2.4 bc	517 b
Azul	1145 b	600 cd	2.6 b	545 a
Promedio	1141	653	2.5	488
Prob.F	**	**	**	**
Tukey (0.05)	40	35	0.2	45

** , * P>0.01 y 0.05, respectivamente.

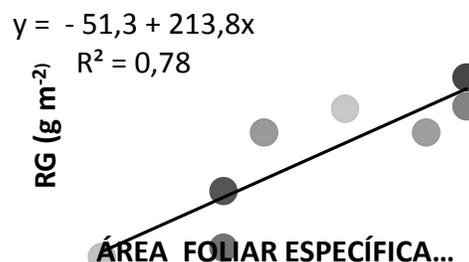
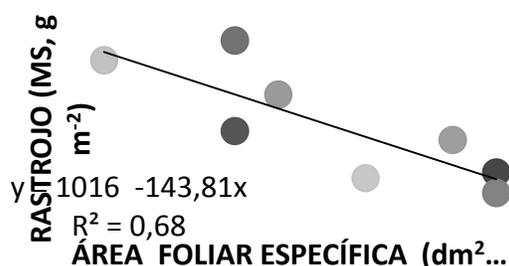


Figura 1. Relación entre el área foliar específica y rastrojo de cultivares de maíz. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx, México. Verano de 2011.

Figura 2. Relación entre área foliar específica y rendimiento en grano de cultivares de maíz. Montecillo, Texcoco Edo. de Méx, México. Verano de 2011.

Cuadro 2. Análisis económico de la producción de rastrojo y grano de cultivares de maíz. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. México., verano 2011.

Genotipo	Rastrojo kg ha ⁻¹	NP	IP (\$)	Rend kg ha ⁻¹	IG (\$)	IT \$	IN \$
Huamantla	6480 c	341 c	10,230 bc	4480 c	17,920 d	28,150 d	10,450 c
Puebla	6390 c	336 c	9,900 c	5170 b	20,680 c	30,580 c	12,880 b
San Andrés	7400 a	389 a	11,670 a	3810 d	15,240 e	26,910 e	9,210 d
Montecillo	6060 cd	319 cd	9,570 c	5820 a	23,280 a	32,850 a	14,880 a
Tocula	5850 d	308 d	9,240 c	5480 a	21,920 b	31,160 b	13,460 b
Dulce	7200 ab	379 ab	11,370 a	3700 d	14,800 e	26,170 e	8,470 d
Labrador	6850 b	360 b	10,800 b	5170 b	20,680 c	31,480 b	13,780 b
Azul	6000 cd	316 cd	9,474 c	5450 a	21,800 b	31,274 b	13,574 b
Promedio	6530	344	10,320	4885	19,540	29,770	12,270
Prob.F	**	**	**	**	**	**	**
Tukey (0.05)	350	17	516	45	977	1200	1050

** , * $P > 0.01$ y 0.05 , respectivamente. RASTROJOn = tallo+hojas; NP = número de pacas ha^{-1} ; IP = ingreso por paca (19 kg de rastrojo), precio medio por paca \$30.00 (www.cnc.org.mx); REND = rendimiento de grano; IG = ingreso por grano (\$4 kg^{-1} SIAP,2012); IT = ingreso total (rastrojo+grano) \$; IN = ingreso neto por ha^{-1} \$ (IT-CP), CP = costo de producción, se estimó en \$17,700.00 <http://semillastodoterreno.com/2012/04/cuanto-invertimos-en-una-hectarea-de-maiz/>.

CONCLUSIONES

Existe variabilidad entre cultivares de maíz en el área específica foliar, producción de rastrojo, biomasa total, rendimiento y el ingreso neto. El área específica foliar presenta una relación negativa con la cantidad de rastrojo y positiva con el rendimiento en grano. El cultivar de mayor ingreso neto fue el Criollo de Montecillo, seguido de Labrador, Azul, Tocuila y Puebla. El ingreso neto más bajo más bajo correspondió a Huamantla, San Andrés y Dulce.

LITERATURA CITADA

- Choong M F; Lucas, P W, Ong, J S Y; Pereira, B, Tan, H T W, Turner, Y M. 1992. Leaf fracture toughness and sclerophylly: their correlations and ecological implications. *New Phytologist* , 122: 597-610.
- García E. 2005. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª. Edición. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México.
- Leoni E. 1997. Relação da herbivoria com teores de taninos, nitrógeno, agua e peso específico foliar em duas especies da familia Malpighiaceae, em um Cerrado do Municipio de Sao Carlos, SP. Tesis de Maestria. Universidade Federal de Sao Carlos. Sao Carlos. 72 p.
- Viveros-Flores C Emma, Gil-Muñoz Abel, López, Pedro Antonio, Ramírez-Valverde Benito, Guerrero-Rodríguez Juan de Dios, Cruz- León Artemio. 2010. Patrones de utilización del maíz en unidades de producción familiar del Valle de Puebla, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* [en línea], 12 (Septiembre-Diciembre): [Fecha de consulta: 12 de agosto de 2013] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93915170008>> ISSN
- Wright IJ, Reich PB, and Westoby M. 2001. Strategy shifts in leaf physiology, structure and nutrient content between species of high- and low-rainfall and high- and low-nutrient habitats. *Functional Ecology* 15: 423-434.

ESTIMACION DE BIOMASA EN PASTIZALES DEL ESTADO DE CHIHUAHUA MEXICO CON DATOS DE IMÁGENES MODIS Y RADIOMETRÍA

ESTIMATE BIOMASS IN THE DESERT GRASSLAND IN CHIHUAHUA MEXICO, USING DATA
OF MODIS IMAGES AND RADIOMETRY

*Nathalie S. Hernández Quiroz³, Marusia Renteria Villalobos³, Eduardo Santellano Estrada³, Ana Luisa Piceno Escobedo², Víctor Manuel Aguilar Soto²,
Martín A. Bolaños González¹ y Carmelo Pinedo Álvarez³.

¹Profesor investigador, Colegio de Posgraduados, Texcoco, México. ²Estudiantes licenciatura y Posgrado, Facultad de Zootecnia y Ecología. ³ Profesores Investigadores, Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Perif. R. Almada Km 1 s/n, CP 31453, Chihuahua, Chihuahua, México cpinedo@uach.mx

RESUMEN

Es común el uso de relaciones simples entre datos de campo y sensores remotos para estimar producción de forraje, pero tienen poca utilidad cuando las correlaciones son bajas, principalmente en grandes extensiones de pastizales. La obtención de valores de reflectancia de una imagen de satélite a partir de datos de radiometría en campo permite elaborar modelos de estimación de biomasa. En este estudio se desarrolló un modelo con base en datos de campo y radiometría interpolados a imágenes MODIS, para estimar la producción de biomasa en las ecoregiones de pastizales desérticos y semidesérticos del estado de Chihuahua. En octubre del 2011 y 2012, se realizaron mediciones radiométricas y se colectaron muestras de biomasa en 103 y 117 estaciones de monitoreo respectivamente, ubicadas en 18 sitios permanentes de monitoreo (SPM). Los datos radiométricos se transformaron a Índices de Vegetación de Diferencia Normalizado (NDVI) y la producción de biomasa se transformó a kg/ms/ha. Se calibró las imágenes MODIS y los datos del radiómetro con técnicas de regresión lineal. Una vez calibradas las imágenes, se relacionó el valor de NDVI con la producción de biomasa obtenida en campo, para obtener una imagen con valores de pixel en kg/ms/ha. El modelo de regresión para la calibración de las imágenes arrojó valores de R^2 de 0.69 y 0.75 para los años 2011 y 2012. La relación del valor de las imágenes de NDVI, resultantes de la calibración con la producción de biomasa, arrojó un valor de $R^2 = 0.52$ para el año 2011 y 0.55 para el año 2012. En promedio, la ecoregión del desierto estimó 34 kg/ha de biomasa en relación a los 80 kg/ha obtenidos en el semi-desierto. El 2012 arrojó el doble de la estimación de biomasa en comparación al 2011. Estas metodologías contribuyen al monitoreo de la sequía a corto y largo plazo.

Palabras clave: Modelación pastizales, reflectancia, resolución espacial.

Key words: Range modeling, reflectance, spatial resolution.

INTRODUCCIÓN

La producción de bovinos de carne es una actividad económica importante en el Estado de Chihuahua, y utiliza los pastizales desérticos que cubren alrededor del 50% del territorio estatal. Además de proveer de alimento al ganado, este ecosistema proporciona servicios ambientales esenciales, como la captura y almacenamiento de agua, captura de dióxido de carbono, estabilidad climática para la regulación del ciclo hídrico y el mantenimiento del suelo, entre otros (CONABIO, 2006). En las últimas décadas, estos ecosistemas han sufrido un notable deterioro debido al sobrepastoreo, cambios de uso del suelo y variabilidad del clima asociada al cambio climático (Pinedo *et al.*, 2011).

Existen innumerables estudios relacionados con la utilización de la vegetación por los animales en pastoreo en las zonas áridas y semiáridas de México. Las metodologías se han basado en la aplicación de tecnologías tradicionales que incluyen aspectos ecológicos de los pastizales, su manejo y aprovechamiento. La utilización de estos procedimientos para la colecta de datos en grandes extensiones de tierras de pastoreo, presentan desventajas debido a que consumen tiempo, son costosos y en muchos casos no permiten el monitoreo en áreas inaccesibles (Everitt *et al.*, 2006). Las ecoregiones ganaderas del estado de Chihuahua, en especial las ecoregiones ganaderas del desierto y valles centrales, por su extensión y diversidad fisiográfica presentan estas particularidades. El uso creciente de sensores remotos para obtener información de objetos a distancia por medio de flujos de radiación electromagnética, son buenos estimadores de la biomasa aérea en un espacio geográfico y en distintos momentos del año (Pucheta *et al.*, 2004). Las imágenes del satélite MODIS se calibran con datos de radiometría medidos en el campo en condiciones equivalentes sobre la superficie observada (Milton, 1995). Esta calibración permite realizar correlaciones entre los valores obtenidos en campo y los de la imagen, de manera que los datos pueden ser calibrados sin correcciones atmosféricas (Epema, 1992). Cuando se calibra con muestreos de biomasa herbácea en campo, el NDVI permite estimar la cantidad de forraje al final de la estación de crecimiento. Si la información que provee una imagen se puede sustentar en datos de radiometría y datos de biomasa sería posible aumentar la producción de forraje en las tierras de pastoreo. Por tanto, el objetivo fue desarrollar un modelo con base en datos de campo y radiometría interpolados a imágenes MODIS, para estimar la producción de biomasa en los pastizales desérticos y semidesérticos del estado de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio se realizó en 18 sitios permanentes de monitoreo (SPM) previamente ubicados por COLPOS-SAGARPA (2011) en el estado de Chihuahua. Ocho de los SPM se localizan en la ecoregión del desierto y el resto en la ecoregión semiárida también denominada por COTECOCA (1978), valles centrales (Figura 1). **Metodología.** En octubre del 2011 y 2012 se realizaron mediciones radiométricas y se colectaron muestras de biomasa en 103 y 117 estaciones de monitoreo (EM) ubicadas en los SPM.

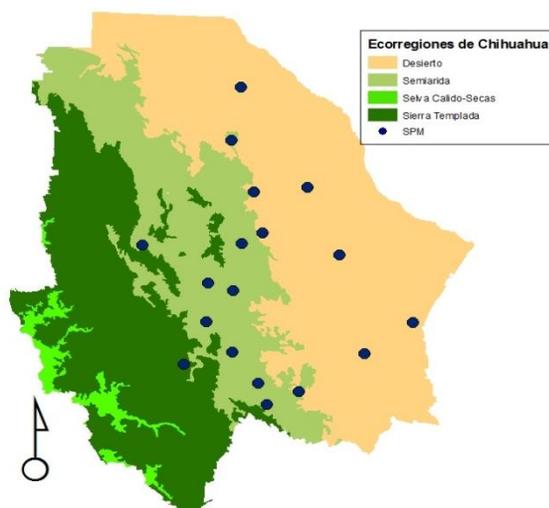


Figura 1. Colecta de datos en 18 SMP ubicados en las ecoregiones árida y semiárida en Chihuahua, México.

La metodología que se utilizó fue la establecida por CGG-SAGARPA y COLPOS (2009). Los datos radiométricos se transformaron a NDVI utilizando la ecuación de Rouse *et al* (1974) y la producción de biomasa se transformó a kg de materia seca por hectárea (kg/ms/ha). Se adquirieron imágenes del satélite MODIS (resolución 250m) del servidor de la NASA del mes y año que comprendió el estudio. Posteriormente, las imágenes recibieron las correcciones geográficas y radiométricas por parte de GRENASER COLPOS. Posteriormente se procesaron para obtener el NDVI, utilizando la banda uno en el canal rojo y en la banda dos el infrarrojo. Para generar la producción de biomasa, el primer paso fue calibrar las imágenes utilizando el método de regresión lineal en el cual se compararon los valores de NDVI de las mediciones radiométricas con el valor de NDVI de las imágenes MODIS. Calibradas las imágenes se procedió a relacionar el valor de NDVI con la producción de biomasa obtenida en campo para obtener una imagen con valores de pixel en kg/ms/ha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo de regresión para la calibración de las imágenes arrojó valores de $R^2 = 0.69$ en el 2011 y $R^2 = 0.75$ en el 2012. El modelo obtenido se considera aceptable debido a la alta resolución espacial del radiómetro y la baja resolución espacial del sensor MODIS. En el 2001, De Miguel *et al.*, (2001) relacionaron los datos calibrados con un radiómetro versus los datos de las bandas del sensor aeroportado DS-1268 con resolución espacial de pixel de 7m, obteniendo valores de R^2 de 0.83 a 0.97 dependiendo de la banda. En nuestro estudio, los valores de R^2 están asociados a la resolución espacial de las imágenes MODIS equivalentes a 250 m por pixel. La relación del valor de las imágenes de NDVI resultantes de la calibración con la producción de biomasa arrojó un valor de $R^2 = 0.52$ para el año 2011 y 0.55 para el 2012. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Santa *et al.*, en 2013, que reporta coeficientes de determinación de 0.50 al relacionar la biomasa de un pastizal natural y el NDVI en la Provincia de Córdoba, Argentina. La estimaciones en la producción de biomasa variaron de 0 a 342.82 kg/ha en el 2011 y de 0 a 426.34 en el 2012. En promedio, la ecoregión del desierto estimó 34 kg/ha de biomasa en relación a los 80 kg/ha obtenidos en el semi-desierto. En general, las mediciones del año 2012 presentan el doble de las estimaciones de biomasa a las obtenidas en el 2011 diferenciado en los mapas de la figura 2. La magnitud de la tonalidad rojo carnesí es un reflejo de la sequía excepcionalmente seca en el 2011 y la sequía severa del 2012. En sus implicaciones, la escasa y errática distribución de la precipitación pluvial obtenida en el período del estudio, afectó la cantidad de forraje disponible con impactos negativos en la cadena productiva de bovinos de carne, proceso que ubicó en una situación crítica las tierras de pastoreo del estado de Chihuahua.

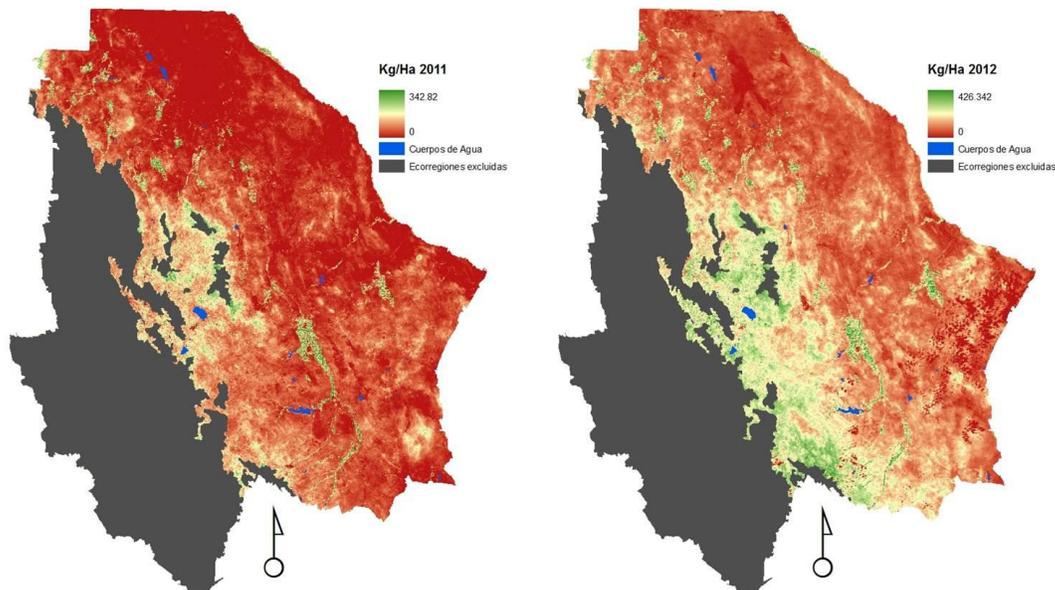


Figura 2. Mapas de estimación de biomasa en los años 2011 y 2012.

CONCLUSIONES

El modelo de estimación de biomasa aquí estudiado, con los datos de biomasa en campo, las relaciones calibradas del radiómetro y las imágenes MODIS, se considera aceptable para la producción de forraje al final de la estación de crecimiento en pastizales. Además, estos resultados facilitan la toma de decisiones para implementar estrategias de pastoreo dirigidas a mitigar los efectos del sobrepastoreo y las sequías recurrentes. Estas metodologías también contribuyen al monitoreo de la sequía a corto y largo plazo.

LITERATURA CITADA

- CONABIO. 2006. Capital natural y bienestar natural. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.
- Epema G F. 1992. Radiometría de campo en la enseñanza de la teledetección. Serie geográfica. Vol. 2.
- Everitt JH, C Yang, RS Fletcher, and DL Drawe. 2006. Evaluation of High-Resolution Satellite Imagery For Assessing Rangeland Resources in South Texas. *Rangeland Ecol Manage* 59:30-37.
- De Miguel E, JG Rejas, M Jimenez y G Fernandez. 2001. Calibración radiométrica de datos ATM mediante radiometría de campo. *Teledetección, medio ambiente y cambio global*. 465-468.
- Milton EJ, Rollin EM, DR Emer. 1995. Advances in field spectroscopy. *Advances in Environmental Remote Sensing*. Ed. F. M. Darson y S. E. Plummer. John Wiley & Sons. 1995.
- Pucheta E, E Ferrero, L Heil & C Schneide. 2004. Modelos de regresión para la estimación de la biomasa aérea en un pastizal de montaña de Pampa de Achala (Córdoba, Argentina). *Agriscientia* 21 (1): 23-30.
- Pinedo AC, NS Hernández, A Melgoza, C Ortega y OA Viramontes. 2011. Modelación climática para describir sitios de pastizales en Chihuahua, México. P 170. *Memorias del 2do Congreso Internacional de Manejo de Pastizales Cambio Climático y Dimensiones Humanas*. Chihuahua, Chih. México.
- Rousse JW, Hass RH, Schell JA, and DW Deering. 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, proceeding. *Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, Greenbelt: NASA SP-351*, 3010-3017.
- Santa V, MJ Rosa, N Mónaco y A Heguiabehere. 2013. Determinación de la correlación entre datos de biomasa obtenidos a campo y NDVI obtenidos por sensores remotos a lo largo del arroyo Chucul (Pcia. Córdoba). *Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam*. Vol 22. Serie supl 2. Congreso de Pastizales 6300 Santa Rosa. Argentina.
- CGG-SAGARPA y COLPOS. 2009. Manual de campo para el sistema nacional de monitoreo terrestre orientado a la ganadería. Proyecto desarrollado por el Colegio de Posgraduados para la Coordinación General de Ganadería de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, bajo la Coordinación de Fernando Paz con la Colaboración de Marcos Casiano, Martín Bolaños, Ernesto Chávez, Antonio Pico, David Ochoa y Marisol Reyes, México, D.F. 167 p.

PRODUCCIÓN FORRAJERA DEL FRIJOL CHINO Y MAÍZ ASOCIADOS, EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD Y NITRÓGENO

FORAGE PRODUCTION OF COWPEA AND MAIZE ASSOCIATED, IN FUNCTION OF THE DENSITY AND NITROGEN

Patricio Apáez Barrios^{1*}, José Alberto S. Escalante Estrada¹,
Ma. Teresa Rodríguez González¹ y Maricela Apáez Barrios¹

¹Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Km 36.5 carr. México-Texcoco
56230. Montecillo, Texcoco. Edo. de México. Tel. 01(595)9529299 ext. 1330.

apaez.patricio@colpos.mx *

RESUMEN

El frijol chino (FCH), es utilizado como forraje de alta digestibilidad. El contenido de proteína es similar a la alfalfa (20% en base a materia seca), con la ventaja de ser tolerante a la sequía. Se cultiva generalmente asociado con maíz, con rendimientos elevados y balance adecuado de nutrientes. La producción de esta leguminosa se ha limitado a condiciones de clima cálido, sin embargo, en clima templado se ha obtenido forraje y aunque el rendimiento es bajo, prácticas de manejo como el aumento en la densidad de población y fertilización nitrogenada podrían incrementarlo. Los objetivos del estudio fueron determinar en la asociación FCH-maíz en clima templado, a) el efecto de la densidad de población y N sobre la producción de forraje, razón de peso foliar (RPF) y área específica foliar (AEF), y b) conocer la combinación de densidad de población y dosis de nitrógeno que genere la mayor producción de forraje. En Montecillo, Edo. de México, de clima templado, bajo condiciones de lluvia estacional, se sembró en asociación FCH-maíz, una planta de cada especie por mata, a densidades de población (DP) de 12.5 (D12.5) y 6.3 (D6.3) plantas m⁻² y tres niveles de N: N0, N75 y N150 kg ha⁻¹. Adicionalmente, todos los tratamientos se fertilizaron con 50 y 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y K₂O. El diseño experimental fue de bloques completos al azar en parcelas divididas con cuatro repeticiones. El forraje se cosechó a los 90 dds (preanthesis del FCH, posterior a la floración femenina en maíz), el cual se separó en hojas y tallos, se determinó la materia fresca (MF) y seca (MS), RPF y AEF. Los datos se analizaron estadísticamente con el paquete SAS y prueba de Tukey al 5% de probabilidad. En FCH-maíz, la producción de forraje se modificó por efecto de la DP y N. La combinación DP12.5-N150 generó la mayor producción de forraje en la asociación, 95% superior a lo logrado con D6.3-N150, y presentó 729 g m⁻² de MS y 5298 g m⁻² de MF. De este forraje, el FCH representó entre el 16 y 21%. La RPF fue constante en todos los tratamientos y en promedio presentó 0.42 g g⁻¹ en FCH y 0.43 g g⁻¹ en maíz. Con N150 se logró la mayor AEF (2.72 dm² g⁻¹) en FCH, superior en 25% a N0. La DP y N modifican la producción de forraje en la asociación FCH-maíz, sin embargo, la RPF no es afectada. El N incrementa el AEF en FCH, mientras que en maíz no existe modificación. La mayor producción de forraje se logra con D12.5-N150 y es ligeramente superior a lo reportado en clima cálido.

Palabras clave: *Vigna unguiculata*, área específica foliar, razón de peso foliar.

INTRODUCCIÓN

El frijol chino (FCH, *Vigna unguiculata* L. (Walp.)) es utilizado como forrajes de alta digestibilidad. Se puede cultivar en asociación con maíz, el cual presenta mayor rendimiento que el FCH, pero el contenido de proteínas y aminoácidos esenciales es menor. En este sentido, la mezcla con esta leguminosa aumenta su calidad de forraje por incremento en el contenido de proteína y reducción de fibras (Ibrahim *et al.*, 2006). El FCH está adaptado a condiciones de clima cálido, sin embargo, en clima templado se ha logrado producir y aunque el rendimiento en estas condiciones se

considera bajo, podría incrementarse a través de prácticas de manejo como, el uso de altas densidad de población y fertilización nitrogenada. El alto número de plantas puede provocar una mayor y más temprana cobertura de dosel vegetal y hacer más eficiente el uso de insumos. Mientras que el N, estimula el tamaño del dosel vegetal y por tanto la producción de biomasa. También puede aumentar la razón de peso foliar y el área foliar específica (AEF, índice de espesor). Una mayor AEF favorece la apetencia y fragilidad de las hojas y disminuye la lignificación (Castro *et al.*, 2000). Los objetivos del estudio fueron determinar en la asociación FCH-maíz en clima templado, a) el efecto de la densidad de población y N sobre la producción de forraje, razón de peso foliar y área específica foliar, y b) conocer la combinación de la densidad de población y dosis de N que genere la mayor producción de forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se estableció en Montecillo, Texcoco, Edo. de México, Méx. (19° 27' N, 98° 54' O y 2249 m de altitud). El clima es templado (García, 2005), suelo de textura franco arcilloso, materia orgánica de 2.71%, N-inorgánico de 3.5 ppm y 117 ppm de P. El 11 de mayo de 2012 se sembró en asociación FCH-maíz azul (criollo regional), una planta de cada especie por mata. Los tratamientos consistieron en la combinación de dos densidades de población (DP): 12.5 plantas m⁻² (D12.5) y 6.3 plantas m⁻² (D6.3) y tres niveles de N: N0, N75 y N150 kg ha⁻¹. Adicionalmente, todos los tratamientos se fertilizaron con 50 y 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y K₂O. El diseño experimental fue de bloques completos al azar en parcelas divididas con cuatro repeticiones. El forraje se cosechó a los 90 dds (preantesis del FCH, posterior a la floración femenina en maíz). Las plantas se separaron en hojas y tallos, se registró el peso fresco (materia fresca total, MF) y posteriormente se secaron a 80°C en una estufa de circulación de aire forzado hasta peso constante, para obtener la materia seca de hojas (MSH), tallos (MST) y total (MS = MSH + MST). También se determinó la razón de peso foliar (RPF) y el área específica foliar (AEF), de acuerdo a lo indicado en Escalante y Kohashi (1993). Los datos se analizaron estadísticamente con el paquete SAS versión 9.1, y la prueba de Tukey (P ≤ 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de forraje y razón de peso foliar. La MSH y MST en FCH y maíz, mostraron modificaciones significativas por efecto de DP, N e interacción DP*N. La RPF no presentó variaciones a causa de los tratamientos (Cuadro 1). En las dos especies, con D12.5-N75 y D12.5-N150 se presentó la mayor producción de MST y MSH, 94 y 96% superior a lo logrado con D6.3-N75 y D6.3-N150. Con D12.5-N75, la suma de la MS de las dos especies fue de 658 g m⁻², equivalentes a 4791 g m⁻² de MF, mientras que con DH12.5-N150 la MS fue de 729 g m⁻² y de 5298 g m⁻² la MF. El FCH representó entre el 16 y 21% de la producción de total de forraje (Cuadro 2; Fig. 1).

La mayor producción de MS y MF con D12.5 y aplicación de N, se puede atribuir al bajo nivel inicial de N-inorgánico en el suelo (3.5 ppm), por lo que al suministrar N se mejoró la nutrición de la planta y de acuerdo con Abayomi *et al.* (2008), esto provoca incrementos en el tamaño y duración del dosel vegetal, con lo cual, la radiación interceptada es mayor y en consecuencia se logra mayor actividad fotosintética y acumulación de MS. Además, en altas DP, se ha encontrado que la eficiencia en el uso de los insumos se incrementa y aunque la acumulación de MS por planta se reduce, al considerarlo por superficie este resulta mayor. En condiciones de clima cálido, Dahmardeh *et al.* (2009), en la asociación FCH-maíz obtienen 4390 g m⁻² de MF, mientras que Rao y Mohammed (2011), lograron producir 1810 g m⁻² de MS y 7780 g m⁻² de MF. Existen diferencias en la producción de forraje de esta asociación, sin embargo, con el aumento en la DP y fertilización nitrogenada, en el presente estudio se logró producción de forraje similar a lo obtenido en condiciones cálidas. En los forrajes, es importante buscar incrementar la RPF, debido a que las hojas presentan la mayor calidad forrajera y digestibilidad (Ayan *et al.*, 2012). En el presente

estudio, en promedio la RPF fue de 0.42 en FCH y 0.43 en maíz, es decir, en la leguminosa las hojas conformaron el 42% de la producción total de MS y el 43% en maíz.

Área específica foliar. El AEF en FCH mostró variación a causa del N e interacción DP*N, en maíz, no fue modificado por los tratamientos (Cuadro 1). El aumento en la cantidad de N aplicado, provocó incremento en el AEF del FCH, se ha encontrado que el N aumenta el tamaño celular en las hojas, lo cual disminuye su densidad y lignificación, es mayor el contenido de humedad, son más apetecibles para el ganado, digeribles y con mejor calidad nutritiva (Castro *et al.*, 2000). En este estudio, los mayores valores ocurrieron con N150, seguido de N75, con los cuales la leguminosa presentó 4 y 14% más de AEF en relación a N0 (Cuadro 2). Respuesta similar han sido reportadas, en pastos perenes por Knops y Reinhart (2000), en contraste, Amanullah *et al.* (2007), en maíz tampoco encuentran efecto del N y DP en el AEF, lo cual puede atribuirse a diferencias en grados de plasticidad de cada especie.

Cuadro 1. Análisis de varianza del peso seco de tallos (MST) y hojas (MST) área específica foliar (AEF) y razón de peso foliar (RPF) de la asociación frijol chino-maíz en función de la densidad de población (DP) y nitrógeno (N). Montecillo, Méx. Verano de 2012.

DH	N	Frijol chino				Maíz			
		MST	MSH	AEF	RPF	MST	MSH	AEF	RPF
cm	kg ha ⁻¹	g m ⁻²	dm ² g ⁻¹			g m ⁻²			
	DP	**	**	NS	NS	**	**	NS	NS
Prob F	N	**	**	*	NS	**	**	NS	NS
	DP*N	**	**	*	NS	**	**	NS	NS

* ** = P ≤ 0.01 y 0.05, respectivamente. NS = no significativo.

Cuadro 2. Peso seco de tallos (PST) y hojas (PSH), área específica foliar (AEF) y razón de peso foliar (RPF) de la asociación frijol chino-maíz en función de la densidad de población (DP) y nitrógeno (N). Montecillo, Méx. Verano de 2012.

DP	N	Frijol chino				Maíz			
		MST	MSH	AEF	RPF	MST	MSH	AEF	RPF
pl m ⁻²	kg ha ⁻¹	---g m ⁻² ----	dm ² g ⁻¹		g g ⁻¹	-----g m ⁻² -----		dm ² g ⁻¹	g g ⁻¹
	0	27d ¹	22d	2.25b	0.42a	118e	104e	1.57a	0.44a
6.3	75	37c	28cd	2.40ab	0.42a	167d	130d	1.60a	0.44a
	150	37c	29c	2.72a	0.40a	293c	151c	1.64a	0.43a
	0	54b	42b	2.25b	0.42a	285b	191b	1.51a	0.40a
12.5	75	70a	54a	2.20b	0.40a	293b	240a	1.68a	0.45a
	150	74a	58a	2.35ab	0.42a	348a	249a	1.66a	0.42a
	Media gral.	49.8	39.1	2.4	0.42	235.7	177.5	1.61	0.43a
	DMS	6.8	6.8	0.20	0.06	25	20.7	0.25	0.06
	C.V	9.9	12.6	8.7	9.4	9.6	9.1	11.7	9.4

¹Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según Tukey (α = 0.05). DMS = diferencia mínima significativa, C.V = coeficiente de variación.

El análisis de la interacción DP*N mostró que con D6.3-N75, D6.3-N150 y D12.5-N150 generaron la mayor AEF en FCH, con incrementos de 6, 20 y 4% respectivamente, en relación a DH12.5-N0 y DH6.3-N0 (Cuadro 2). En relación al maíz, en promedio presentó 1.16 dm² g⁻¹ de AEF, valores similares son reportado en maíz forrajero en unicultivo (Amanullah *et al.*, 2007), lo que indica que dicha variable no es afectada por la competencia del FCH.

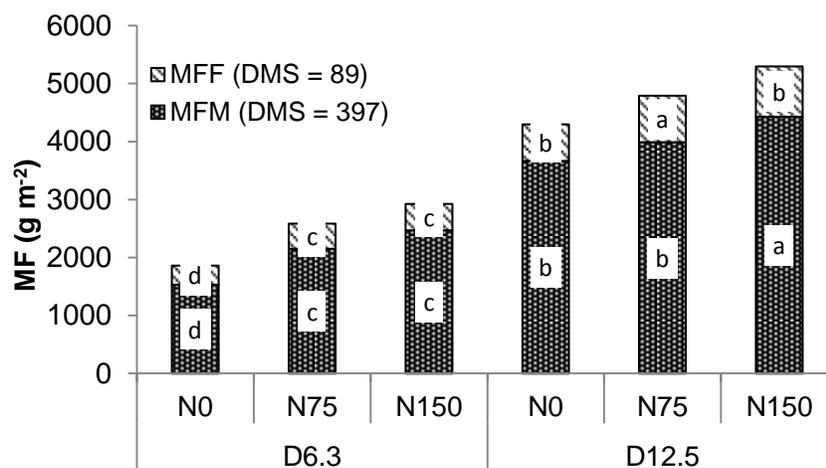


Figura 1. Materia fresca (MF) de la asociación frijol chino-maíz en función la densidad de población y nitrógeno. Montecillo, Méx. Verano de 2012. MFF = materia fresca del frijol chino, MFM = materia fresca del maíz. D6.3 y D12.5 = 6.3 y 12.5 plantas ha⁻¹, respectivamente, N0, N75 y N150 = 0, 75 y 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

CONCLUSIONES

Los cambios en densidad de población y nitrógeno afectan la producción de forraje en la asociación FCH-maíz. En contraste, la razón de área foliar no es afectada. El N incrementa el área específica foliar en FCH. La mayor producción de forraje se logra con D12.5-N150 y es ligeramente superior a lo reportado en clima cálido.

LITERATURA CITADA

- Abayomi Y A, T V Ajibade, O F Samuel and B F Sa'adudeen. 2008. Growth and yield responses of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) genotypes to nitrogen fertilizer (NPK) application in the Southern Guinea Savanna zone of Nigeria. *Asian J. Plant Sci.* 7(2): 170-176.
- Amanullah, Hassan J M, Nawab K, Ali A. 2007. Response of specific leaf area (SLA), leaf area index (LAI) and leaf area ratio of maize (*Zea mays* L.) to plant density, rate and timing of nitrogen application. *World Applied Sciences Journal.* 2(3): 235-243.
- Ayan I, Mut H, Basaran U, Acar Z and Asci O O. 2012. Forage potential of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Turkish Journal of Field Crops.* 17(2): 135-138.
- Castro D P, Puyravaud J P, Cornelissen J H C. 2000. Leaf structure and anatomy as related to leaf mass per area variation in seedlings of a wide range of woody plant species and types. *Oecol.* 124: 476-486.
- Dahmardeh M, Ghanbari A, Sayasar B and Ramroudi M. 2009. Effect of intercropping maize (*Zea mays* L.) with cowpea (*Vigna unguiculata* L.) on green forage yield and quality evaluation. *Asian Journal of Plant Science.* 8(3): 235-239.
- Escalante E. J. A. y J. Kohashi S. 1993. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx. 84 p.
- García E. 2005. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª. Edición. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. 217 p.
- Knops M. J. and Reinhart, K. 2000. Specific leaf area along a nitrogen fertilization gradient. *Am. Midl. Nat.* 144: 265-272.
- Rao N K and Mohammed S. 2011. Potential of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) as alternative forage legumes for the United Arab Emirates. *Emir. J. Food Agric.* 23(2): 147-156.

NODRICISMO, ORIENTACIÓN GEOGRÁFICA Y ABONO COMO HERRAMIENTAS, EN LA RESTAURACIÓN AGROECOLÓGICA DE PASTIZALES

THE USE OF NURSE PLANTS, GEOGRAPHICAL ORIENTATION AND CATTLE MANURE AS TOOLS FOR AGROECOLOGICAL RESTORATION OF RANGELANDS

Luis Lauro de León González¹, Miguel Mellado Bosque², Ricardo Reynaga Valdés¹,
Luis Pérez Romero¹, José Beltrán Altunar Pablo¹ y Jesús Cabrera Hernández¹.

¹Departamento de Recursos Naturales Renovables y ²Departamento de Producción Animal – Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315. ldeleong@gmail.com

RESUMEN

El trabajo se efectuó en el Rancho Los Ángeles, propiedad de la UAAN, municipio de Saltillo, Coahuila, México. La planta nodriza fue *Flourensia cernua* (hojasén), plantando, bajo su dosel, siete especies de arbustos en orientaciones NE, SE, SO y NO. Por línea, se plantaron 10 arbustos de la misma especie y a los cinco primeros se les aplicó abono; se efectuaron cuatro repeticiones. En el testigo no se usó la nodriza. Evaluamos: establecimiento, crecimiento, cobertura aérea, fitomasa aérea y efecto del abono. Se analizó con el programa Minitab 15.0; prueba de t-Student, STATISTICA 8.0 y chi cuadrada. La exposición NE fue la mejor en cobertura aérea y en crecimiento, mientras que la SE en fitomasa aérea. *Agave atrovirens* y *Agave scabra* fueron las especies mejores en cobertura aérea y crecimiento, mientras que *Prosopis glandulosa* y *Opuntia rastrera* en fitomasa aérea. En *Prosopis glandulosa*, *Opuntia rastrera* y *Agave scabra* el efecto del abono fue superior al testigo, en el establecimiento de los arbustos. Se presentó alta significancia ($P=0.01$) en fitomasa aérea en la SO y en crecimiento en la SE. El mejor establecimiento de arbustos fue en la SE con un 50%, destacando *Agave atrovirens* y *Agave scabra*. El efecto del abono fue mejor en la SE y las especies sobresalientes fueron *Agave scabra*, *Agave atrovirens* y *Opuntia rastera*. Se concluye que *Flourensia cernua*, como nodriza, es mejor que el testigo en el establecimiento de arbustos; que la NE y la SE fueron superiores al testigo en todas las variables; que las especies con mayor establecimiento fueron *Agave scabra*, *Agave atrovirens* y *Opuntia rastrera* en las orientaciones NE, SE y NO.

Palabras clave: Nodricismo, Restauración, Orientación Geográfica, Agroecológica.

INTRODUCCIÓN

De 2002 a 2007, México perdió 311,168 ha de pastizales (FAO, 2010) a causa del sobrepastoreo, ganadería, expansión agrícola y extracción de especies; por ello, es imperativa su restauración y esta significa volver un ecosistema a su estado original, con objetivos ecológicos y agronómicos (agroecológico). En una rehabilitación, el establecimiento de un arbusto es muy difícil, sobretodo en su etapa de plántula. Sin embargo, cuando se siembra bajo la copa de una planta nodriza, ésta lo protege del ambiente hostil. Por ello, en este trabajo se estudió cómo influye el nodricismo, la orientación geográfica y el abono en la restauración agroecológica de pastizales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en el potrero 11 del Rancho Ganadero Experimental Los Ángeles, propiedad de la UAAAN, ubicado a los $25^{\circ} 08' 47.50''$ de latitud norte y a los $101^{\circ} 04' 35.84''$ de longitud oeste (Google Earth, 2013). En julio de 2011 se determinó la planta nodriza, siendo ésta *Flourensia cernua* (hojasén) y en octubre de ese año se plantaron bajo su dosel: *Atriplex canescens* (costilla de vaca), *Atriplex numularia* (numularia), *Agave scabra* (maguey áspero), *Agave atrovirens*

(maguey manso), *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Agave salmiana* (salmiana) y *Opuntia rastera* (nopal rastrero). Cada especie se plantó en cuatro orientaciones geográficas: NE, SE, SO y NO bajo la copa de la nodriza. Se plantaron 280 individuos en 28 líneas, cada línea integrada por 10 plantas nodriza y bajo su dosel se sembraron individuos de la misma especie y en la misma orientación geográfica. Además, el testigo consistió en plantar 10 arbustos de cada especie en siete líneas, pero sin nodriza. A los primeros cinco individuos de cada línea se les aplicó excremento de borrego, como abono, al momento de la plantación y, a todos se les añadió un litro de agua. El perímetro del experimento se cercó con alambre de púas y con malla para roedores y lagomorfos, con altura de 40 cm. Se evaluó: establecimiento, cobertura aérea, crecimiento, efecto del abono, orientación geográfica y fitomasa aérea. Los primeros cinco parámetros se evaluaron en cada estación del año y la fitomasa sólo en el otoño. El establecimiento se determinó contabilizando los individuos vivos durante un año de evaluación (2012). La cobertura se obtuvo al medir los diámetros mayor y menor de cada arbusto, con la fórmula de un elipse: $\pi * r1 * r2$. Para el crecimiento se midió el incremento del diámetro de los tallos de los arbustos y para los magueyes y el nopal, el aumento en la longitud de la penca (León *et al.*, 2010). El efecto del abono se determinó con la media de las especies establecidas a las que se les aplicó abono vs las que no se les añadió. La fitomasa se definió con la técnica Adelaida (Maywald *et al.*, 1998).

Diseño y Análisis Estadístico. Estadística descriptiva.- Se usó el programa Minitab 15.0 para obtener medidas de tendencia central: media, mediana y moda (Moore, 2000) y variabilidad: desviación estándar y coeficiente de variación (Corona y Tovar, 2000) en cobertura, crecimiento, efecto del abono, establecimiento y fitomasa. Estadística comparativa.- Se utilizó el criterio de decisión t-Student para conocer las significancias ($\neq < >$) entre tratamientos; se comparan las medias de los tratamientos con el testigo para cobertura aérea (cm^2) y crecimiento (cm) en las cuatro estaciones y la fitomasa aérea sólo en otoño. Para el establecimiento se usó estadística no comparativa sólo en otoño. Los datos se exponen para cada orientación y se incluye una comparación no paramétrica entre especies y establecimiento del testigo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estadística Descriptiva. Efecto de la orientación geográfica bajo el dosel de la planta nodriza al final del año (otoño). Cobertura aérea de todas las especies. La orientación NE fue la que alcanzó la mayor cobertura, 2.01 veces más que el testigo y la SE, NO y SO fueron 1.65, 1.64 y 1.44 superiores a éste último, respectivamente (Fig. 1). Crecimiento de todas las especies.- La NE fue la única que superó al testigo en 1.33 veces, mientras que la SE, SO y NO fueron inferiores a éste en 1.07, 1.07 y 1.08 veces (Fig. 2). Fitomasa aérea de todas las especies.- La SE fue 3.38 veces superior al testigo, la SO 2.89 y la NE 2.08; la NO fue inferior 1.16 veces que el testigo (Fig. 3).

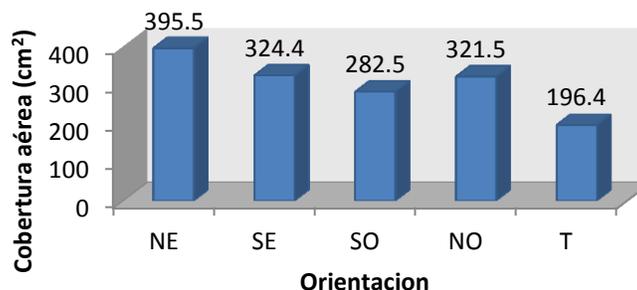


Figura 1.- Comparación de medias para cobertura aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de otoño.

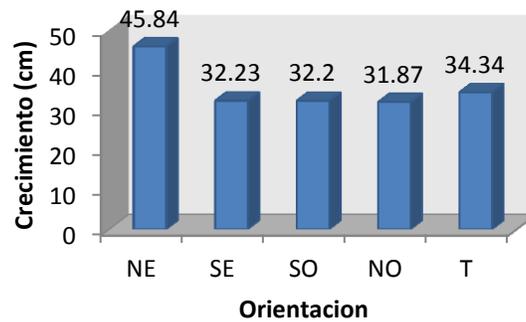


Figura 2.- Comparación de medias para crecimiento de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de otoño.

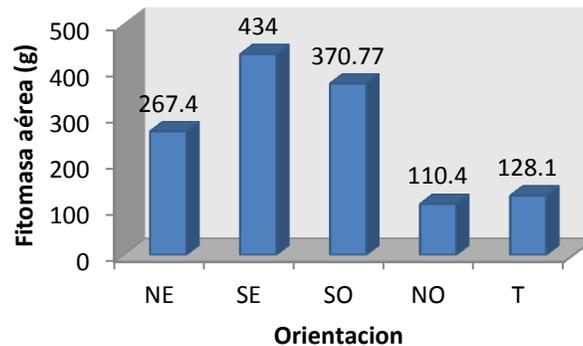


Figura 3.- Comparación de medias de fitomasa aérea de todas las especies en las cuatro orientaciones con respecto al testigo, en la estación de otoño.

Cobertura y crecimiento por especie en la última estación del año. Las especies con más cobertura fueron *A. atrovirens* y *A. scabra*. Estos resultados difieren a los de León *et al.* (2008; 2009; 2011 a; 2011b) para el mezquite pues ellos encontraron 2.63, 2.94, 1.09 y 2.26 cm² y en este estudio 25.23 cm². Las especies con más cobertura fueron *A. atrovirens* y *A. scabra* con 1066.8 y 832.0 cm², coincidente con lo reportado por León *et al.* (2009; 2011a y 2011b) sólo en cuanto a *A. scabra*.

Para crecimiento, las especies sobresalientes fueron también *A. atrovirens* y *A. scabra* con 118.9 y 107.19 cm (Fig. 4), lo que coincide con León *et al.* (2008; 2009; 2011a; 2011b) en *A. atrovirens*, pero difieren en *A. scabra*. Para fitomasa aérea las especies mejores son *P. glandulosa* y *O. rastrera* con 575.0 y 517.4 g, respectivamente; esto difiere de León *et al.* (2011a y 2011b) pues ellos encontraron a *A. atrovirens* como la mejor, aunque se coincide con *O. rastrera* como la segunda mejor, con 84.2 y 194.47 g, respectivamente.

Efecto del abono sobre el establecimiento de las especies al final del año. Los individuos de *P. glandulosa*, *O. rastrera* y *A. scabra* que recibieron abono de borrego, fueron 4.0, 1.1 y 1.04 veces mejores que las plantas de la misma especie que no lo recibieron. Esto difiere de León *et al.* (2009; 2011a) quienes encontraron a *A. scabra* y a *A. atrovirens* como las mejores con 1.25 y 1.36 veces más que las que no recibieron abono.

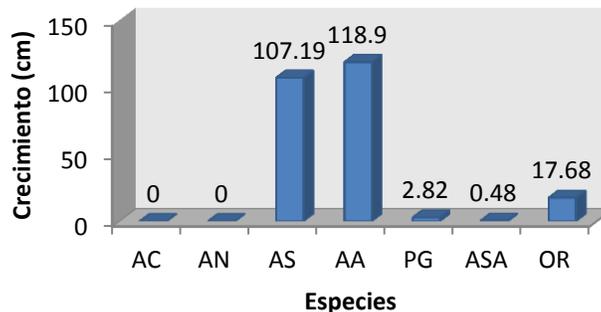


Figura 4.- Comparación de medias para crecimiento de cada una de las especies en la estación de otoño. *Atriplex canescens* (AC), *Atriplex numularia* (AN), *Agave scabra* (AS), *Agave atrovirens* (AA), *Prosopis glandulosa* (PG), *Agave salmiana* (ASA) y *Opuntia rastera* (OR).

Estadística Comparativa.- La fitomasa resultó altamente significativa ($P=0.01$) en la orientación SO; la comparación de medias indica que fue 138.4, 85.37 y 335.93 veces superior a la NE, SE y NO, respectivamente. El crecimiento presentó alta significancia ($P=0.01$), también en fitomasa en la SE. Establecimiento.- En las orientaciones SE y NE se establecieron el 50.0 y el 47.14%, respectivamente; las especies con mayor registro, para ambas orientaciones, fueron *A. atrovirens* y *A. scabra* con el 100%. En la SO se estableció el 45.71%, con el 90% para cada una de las mismas especies y en la NO el 40.0%, con *A. atrovirens* (90%) y *A. scabra* (100%). En el testigo se estableció el 45.71%, ambas especies con 100%. León *et al.* (2008) reportan 90.0 y 65.0% para las especies de *Agave*. Ninguna planta de las *Atriplex* se estableció en esta investigación.

CONCLUSIONES

Flourensia cernua, como nodriza, es mejor que el testigo en el establecimiento de arbustos. La NE y la SE fueron superiores al testigo en todas las variables. Las mejor establecidas fueron *A. scabra*, *A. atrovirens* y *O. rastrera* en las orientaciones NE, SE y NO. En establecimiento la SE, NE y SO fueron superiores al testigo. En cobertura y crecimiento *A. atrovirens* y *A. scabra* y en fitomasa *P. glandulosa*, *O. rastrera* y *A. atrovirens* fueron las mejores. Ninguna planta de las *Atriplex* se estableció.

LITERATURA CITADA

- Corona F J y M E Tovar (2000). Elementos de estadística. Aplicaciones al método experimental. Ed. Trillas. 3 ed. México. p. 26-29.
- FAO (Food and Agriculture Organization) (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe Nacional México. Departamento Forestal-FAO. Roma, Italia. <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>. Consultado 02/05/2013.
- Google Earth (2013). Image 2013 digital globe. Consultado 22/02/2013.
- Leon-Gonzalez L L de, Mellado B M, Reynaga V J R, Perez R L and Cruz M G (2011a). Rehabilitation of degraded ecosystems by using facilitation of *Larrea tridentata* and cattle manure to establish desert shrubs. IX International Rangeland Congress. Diverse Rangelands for a Sustainable Society. IX IRC2011-INTA-AAMPN. Rosario, Argentina. p. 221.
- León G L L de, M Mellado B, J R Reynaga V, L Pérez R y R Niño C (2010). Establecimiento de arbustos forrajeros con dos mejoradores de suelo en un sistema silvopastoril. I Congreso Internacional de Manejo de Pastizales Chiapas 2010. II Simposio Internacional de Forrajes Tropicales. SOMMAP. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 2 p.

- León G L L de, Mellado B M, Reynaga V J R, Pérez R L, Ramos P A y Cabrera H J (2011b). El nodricismo como herramienta para rehabilitar pastizales deteriorados. Reunión Conjunta de Producción Animal y Manejo de Pastizales. XXI Reunión Internacional de Carne y Leche en Climas Cálidos. 2° Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. UACH-INIFAP-SOMMAP. Chihuahua, Chih., México. 4 p.
- León G L L de, J R Reynaga V, L Pérez R y A López M (2008). Efecto del nodricismo en el establecimiento de especies para rehabilitar áreas degradadas. Resúmenes del Tercer Congreso Internacional de Ecosistemas Secos. Santa Marta, Colombia. p. 277-278.
- León G L L de, J R Reynaga V, L Pérez R I F C Paz G y J Cabrera H (2009). Influencia del nodricismo, orientación geográfica y abono sobre el establecimiento de arbustos forrajeros. Memorias VI Simposio Internacional de Pastizales. UANL-ITESM. Monterrey, N.L.

MAYTENUS PHYLLANTHOIDES (GRANADILLO O MANGLE DULCE) ARBUSTIVA FORRAJERA PROMISORIA EN AGOSTADEROS DE VEGETACIÓN XERÓFILA Y BOSQUE ESPINOSO EN EL ALTIPLANO DEL SUR DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN.

Mario G. Manzano Camarillo; Rosalva Miranda Salazar; Jorge Cantú Vega
mario.manzano@itesm.mx

RESUMEN

La especie *Maytenus phyllanthoides* (mangle dulce o granadilla), se reporta en matorrales de zonas áridas en el altiplano del sur del estado de Nuevo León. Es de la familia Celastraceae del género *Maytenus*, especie: *phyllanthoides* originaria del Sur de EE.UU. (Texas a Florida), oeste de México (Sonora, Sinaloa, Baja California) sobre suelos salobres. Es una especie arbustiva con valor forrajero para el ganado caprino, bovino y equino, muy apreciada por los productores en las comunidades en donde está presente. Soporta altas temperaturas, sequía, suelos salinos, y bajas temperaturas (hasta -8°C), resistente al pastoreo de ciervos, permaneciendo siempre verde en invierno. En las regiones del altiplano mexicano se ha localizado como componente dentro de la vegetación xerófila y bosque espinoso en altitudes entre 1500 a 1700 msnm y comúnmente se le denomina “granadilla” o “granadillo”. Es una planta arbustiva de hoja perenne, muy ramificada, o puede crecer como un pequeño árbol. Es de hojas gris-verdes rígido, coriáceas o carnosas, de forma oval, pequeñas, con márgenes enteros u ondulada. Tiene frutos tipo capsulas o bayas de color rojo o anaranjado brillante. Se reporta que es utilizada como planta medicinal y la goma que este arbusto produce, se utiliza como un sustituto de gutapercha para unir férulas en fracturas, en la fabricación de pelotas de golf o como material aislante. En algunas localidades de América la madera se utiliza como combustible. El objetivo del este trabajo fue el de conocer el estatus de la poblaciones de *Maytenus phyllanthoides* en los agostaderos del Ejido San Felipe Municipio de Dr. Arroyo N. L., empleando el método de muestreo del inventario nacional forestal y consistió en establecer un área de muestreo para matorrales. Las variables muestreadas fueron: presencia de especies, cobertura, densidad, frecuencia y biomasa leñosa. Los sitios se establecieron para estudiar la población de *M. phyllanthoides* en dos condiciones de degradación de la vegetación nativa clasificada como halófila-gypsophyla en la localidad de estudio. En los sitios de muestreo establecidos, en una población de mediana degradación se encontró con alta densidad de plantas, equivalente a 1.3 plantas/m², equivalente al 56% de la población total y una producción de 60 ton/ha de biomasa leñosa. En el sitio de muestreo clasificado como vegetación de tipo halófila-gypsophyla con evidencias de alta degradación, el muestreo sistemático detecta que esta especie solamente cubre el 2.35% de la densidad total, dominando en este sitio especies como la *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua* y *Prosopis laevigata*, con una estimación de 20 ton/ha de biomasa leñosa, observándose vestigios de plantas adultas de *M. phyllanthoides* excesivamente pastoreadas. Como resultado relevante se puede señalar que es importante poner atención a esta especie para su eventual rescate, ya que el uso intensivo provocado por el pastoreo ha deteriorado sus poblaciones, detectándose en algunos sitios fases importante de sobrepastoreo.

Palabras Clave: *Maytenus* sp, granadillo, forrajera, halófito, altiplano.

VELOCIDAD DE GERMINACIÓN POR TAMAÑO DE CARIÓPSIDES Y EMBRIONES EN DOS PASTOS NATIVOS Y DOS INTRODUCIDOS

GERMINATION SPEED OF CARYOPSIS AND EMBRYO SIZE IN TWO NATIVE AND TWO INTRODUCED GRASSES

Filogonio Jesús Hernández Guzmán^{1*}, Adrián R. Quero Carrillo², José Francisco Cervantes Becerra¹, José Luis Leana Acevedo³ y María Guadalupe López Ortega⁴

INIFAP C.E. San Luis¹, Colegio de Posgraduados Campus Montecillo², Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Puebla³. UA Chapingo URUZA⁴ *hernandez.filogonio@inifap.gob.mx

RESUMEN

La velocidad de germinación en respuesta a eliminar brácteas accesorias, permite identificar oportunidades de manejo de semillas de pastos, para desarrollar alternativas para establecer praderas de temporal en condiciones áridas. El objetivo fue evaluar velocidad de germinación en dos pastos nativos y dos introducidos en tres tamaños de cariósides con tiempo diferencial de almacenamiento. El experimento se realizó de febrero 2010 a mayo 2011 en laboratorio. Se utilizó pasto Banderita y Navajita; pasto Buffel y Rhodes. Se eliminaron Brácteas Accesorias (BA) tanto al inicio del experimento (CB) como cada dos meses (CTe). Se clasificaron a cariósides en chicos (Cch), medianos (CM) y grandes (CG) mediante tamices y se evaluó viabilidad cada cuatro meses en cada TC y tanto en CB como en CTe, y de éste modo, sembrar en base a Semilla Pura Viable (SPV). Las siembras se realizaron sobre papel filtro húmedo y se contó a plántulas normales a 12, 24, 36, 48, 60, 72 horas, día 4 y hasta 15 días después de siembra (dds) y se extrajeron 100 embriones de cada Tamaño de Cariósides (TC) en cada pasto. Para analizar los datos se usó un modelo logístico con el procedimiento LIFEREG de SAS. Mayor proporción embrión: endospermo en pastos nativos y Buffel se presentó a mayor TC y en PROD fue inverso. En pastos nativos como introducidos tanto en CB como CTe, mayor VG ocurrió a mayor TC ($P < 0.01$). En pastos nativos en CB se concentró la germinación de 24 a 60 horas y en CTe de 24 a 48 horas después de siembra y conservar a cariósides con BA fue importante para mantener la viabilidad y por consiguiente, mayor VG ($P < 0.01$). En pastos introducidos tanto en CB como CTe la dormancia afectó la VG, la cual fue causada tanto por embrión como por BA. El pasto Rhodes mostró mayor VG que Buffel y en promedio, se concentró la germinación en CB de 24 horas a 4 dds y en CTe de 24 a 60 horas. La clasificación de cariósides y el tiempo diferencial en almacenamiento, ofrece alternativas para mejorar el establecimiento de plántulas de mayor tamaño y vigor y sobrevivir a sequía interestival.

Palabras clave: brácteas accesorias, sequía interestival.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático y el mal manejo del pastoreo en los agostaderos en México ha provocado que los pastizales cubran solamente 15% o menos de su superficie (PMAR, 2012). Por tanto, las semillas destinadas para recuperar áreas de pastizal debe tener la máxima calidad genética, física y biológica, aspectos influenciados por el ambiente de producción, cosecha y almacenamiento (Mora, 1991; Provert y Hay, 2000). Ante tal hecho, es de gran importancia sembrar mayor tamaño de semillas, para obtener mayor vigor de germinación (Springer *et al.*, 2001, Larsen y Andreasen 2004) y mas posibilidades de establecerse en condiciones de temporal y llegar a madurez fisiológica con producción (López-Castañeda *et al.*, 1996). En pastos exóticos la baja germinación está asociada tanto por tamaño de cariósido como por dormancia y ésta, puede estar tanto en embrión como en brácteas accesorias (Hernández *et al.*, 2012), sin embargo, la Velocidad de Germinación (VG) por tamaño de semilla en pastos nativos e introducidos con tiempo diferencial de

almacenamiento, es desconocido. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la velocidad de germinación en pastos nativos e introducidos en tres tamaños de carióspside con diferente tiempo en eliminar brácteas accesorias.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de febrero 2010 a mayo 2011 en condiciones de laboratorio en Montecillo, Estado de México. El lugar tiene temperatura media de 12 a 18 °C (García, 1981). Se usó a dos pastos nativos: Banderita (*Bouteloua gracilis*) y Navajita (*B. gracilis*) y dos introducidos: Buffel (*Cenchrus ciliaris*), variedad Común y Rhodes (*Chloris gayana*), variedad Bell. En cada pasto se eliminaron Brácteas Accesorias (BA) mediante tapete y almohadilla tanto al inicio del experimento, llamados carióspsides Base (CB), como cada dos meses, llamados Carióspsides Testigo (CTe). Para clasificar carióspsides en Buffel y Banderita los tamices midieron en TC chico (Cch): 0.5, en TC mediano (CM): 0.59 y en TC grande (CG): 0.7 mm. Para Navajita y Rhodes las medidas de tamices fueron: en Cch 0.42, en CM 0.5 y en CG 0.59 mm, respectivamente. La viabilidad para cada Tamaño de Carióspside (TC) de CB y CTe se realizó cada cuatro meses mediante la técnica del tetrazolio (0.1%; ISTA, 1996). Se sembró en base a semilla pura viable (SPV) cada mes y en un periodo de 16 meses en CB (de febrero 2010 a mayo 2011) y en CTe de abril 2010 a abril 2011. Se sembró en cajas de plástico transparente con flujo ligero de aire y se colocaron a carióspsides sobre papel filtro humedecido en cuatro repeticiones de 100 carióspsides viables en una cámara de ambiente controlado a 22°C y 24 horas luz fluorescente y se regó cada 48 h con 30 ml de agua. Se contó a plantas normales cada 12, 24, 36, 48 y 60 h, 4° día y hasta 15 dds (ISTA, 1996). Los tratamientos consistieron en la combinación de dos pastos nativos o dos introducidos con tres tamaños de carióspside. La VG se analizó con un modelo de tipo Bernoulli mediante el estimador de Kaplan y Meier (1958). Los modelos se ajustaron con LIFEREG de SAS (2009).

RESULTADOS

En pastos nativos se observó diferencia en VG; ya que en CB se concentró la germinación de 24 a 60 horas, mientras que en CTe de 24 a 48 horas y eliminar BA tuvo efecto significativo ($P < 0.01$; Figura 1). La viabilidad se mantuvo en mejor medida al conservar BA; ya que hay diferencia de 12 horas. La VG por especie de pasto, los CB y Cte de Banderita y Navajita en CG y CM mostraron mayor VG que Cch. El orden de VG para CB fue: BanderitaCG > BanderitaCM > NavajitaCG > NavajitaCM > BanderitaCch > NavajitaCch; y en CTe fue: BanderitaCG > BanderitaCM > NavajitaCM > BanderitaCch > NavajitaCG > NavajitaCch, por lo que es evidente mayor VG a mayor tamaño de carióspsides y embrión.

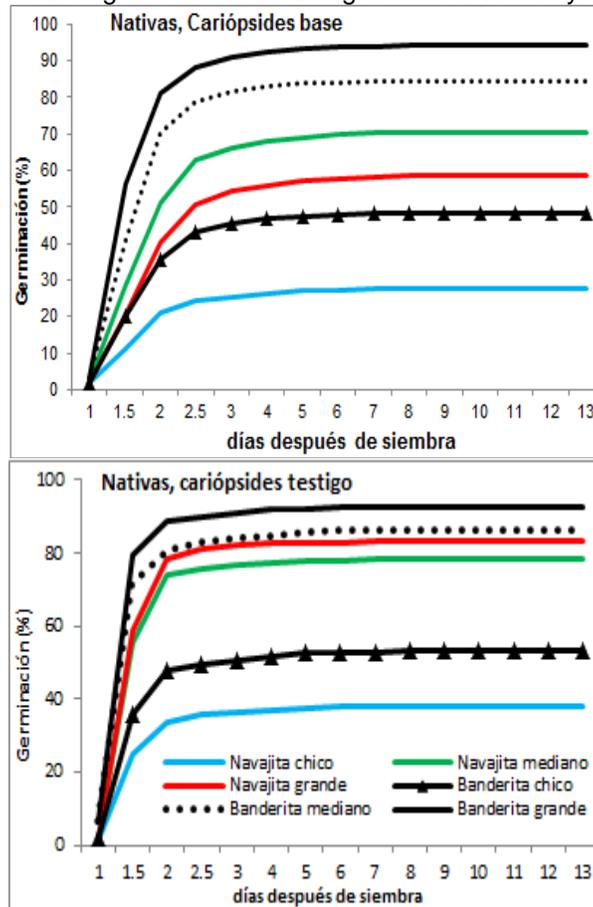
La VG en pastos introducidos fue diferente tanto para CB como CTe ($P < 0.01$; Figura 1) y mayor germinación se presentó en CB que CTe, ya que germinación fue de 24 a 4 dds, mientras en Cte ocurrió de 24 a 60 horas y se concentró cuando se eliminaron las BA. El orden en la VG en CB fue: RhodesCG > BuffelCG > RhodesCM > BuffelCM > RhodesCch > BuffelCch; y en CT fue el mismo orden, por lo que es evidente que mayor VG ocurre a mayor TC y eliminar BA provocó mayor VG y el tamaño de embrión no fue determinante en la VG de éstos pastos.

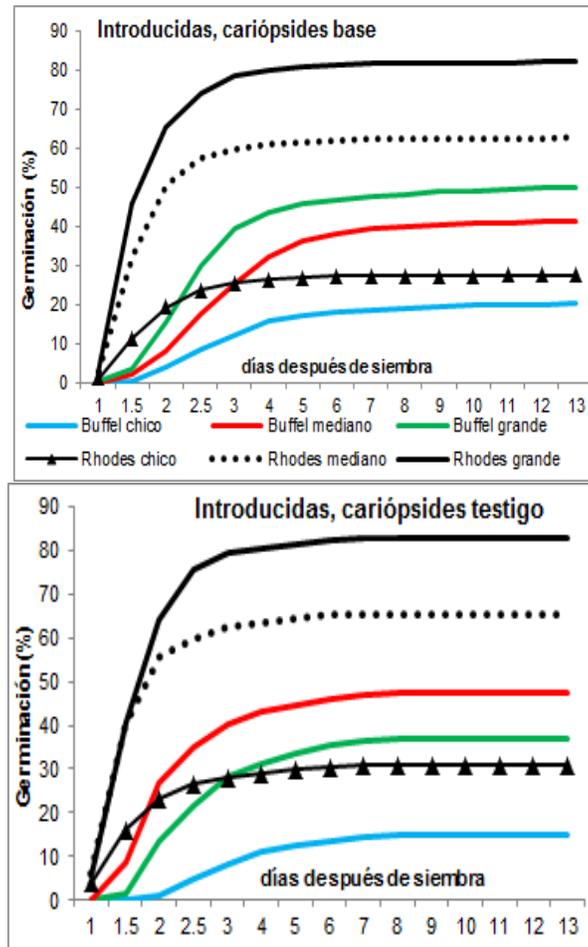
DISCUSIÓN

En general menor velocidad de germinación se observó en carióspsides chicos que medianos y grandes tanto en carióspsides base como carióspsides testigo en cada pasto, por cual Springer *et al.*, (2001) afirman que la viabilidad y germinación en semillas de mayor peso y tamaño es mayor comparada con las chicas y esto se refleja en mayor desarrollo de raíces y parte aérea. Mayor velocidad de germinación ocurrió al remover las brácteas accesorias que envuelven al carióspside, marcadamente reflejado en pastos introducidos, ya que existe latencia tanto por BA como por

embrión (Tian *et al.*, 2002). Por lo anterior, López-Castañeda *et al.*, (1996), demostraron que con mayor peso de cariósides y por consiguiente mayor tamaño de embrión, se obtienen plantas con mayor peso de raíces y área foliar, que ayudarán sobrevivir a la sequía interestival. La baja velocidad de germinación en Cch, está relacionada con bajo vigor, mientras que en introducidos además de bajo vigor, con latencia (Culleton *et al.*, 1991), por tanto, el proceso de producción, cosecha y almacenamiento es importante para mantener calidad de semillas, aunque en la práctica es complicado que lotes de semilla no sufran cambios (Ellis y Roberts, 1980).

Figura 1. Velocidad de germinación de dos gramíneas nativas y dos introducidas.





CONCLUSIONES

En pastos nativos mayor velocidad de germinación en cariósides base y cariósides testigo ocurre a mayor tamaño de cariósido y embrión y se conserva en mejor medida la viabilidad al permanecer con brácteas accesorias y debido a poca latencia, se recomienda para siembra en campo, eliminar brácteas accesorias dos semanas antes de siembra. En pastos introducidos en cariósides base y cariósides testigo la velocidad de germinación es mayor a mayor tamaño de cariósido pero el tamaño de embrión no es determinante. En pasto Rhodes posterior a cinco meses en cariósides base, se ha disipado dormancia, mientras en Buffel es marcada posterior de 12 meses. Clasificar cariósides y eliminar brácteas accesorias con tiempo diferencial en pastos, es importante para establecer con mayor rapidez plántulas en campo en condiciones de temporal, sobrevivir a sequía interestival y lograr mayor densidad de plantas.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece a las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su valioso apoyo para la realización de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

Culleton, N., V. McCarthy, and D. McGilloway. 1991. A note on the germinability and early seedling growth of *L. perenne*. Irish Journal of Agricultural Research; 30:159–161.

- Ellis, R.H., and E.H. Roberts. 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. pp: 605–635. In P.D. Hebblethwaite (ed.) Seed production. Butterworths, London.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. 4ª ed D.F México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández, G. F.J., P. Pérez R, G. García de los S., M.E. Ortega C., E. Ramírez B., M.E. Carranco J. y A. R. Quero C. 2012. Siembra y establecimiento de cuatro gramíneas con diferentes métodos y unidades de dispersión. 2ª Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal. Zacatecas, Zac. pp: 167-171
- International seed testing association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. Seed Science and Technology 24, Supplement. 243 p.
- Kaplan, E.L. and P. Meier. 1958. Nonparametric Estimation from Incomplete Observations. Journal Of The American Statistical Association, 53, 457–481.
- Larsen, S.U. and C. Andreasen. 2004. Light and heavy seeds differing germination percentage and mean germination thermal time. Crop Science; 44:1710–1720.
- López-Castañeda, C., R.A. Richards, G.D. Farquar, and R.E. Williamson. 1996. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor among temperate cereals. Crop Science; 36: 1257-1266.
- Mora, A.R. 1991. Métodos para sincronizar la floración en líneas parenterales. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. de México. 103 p.
- Plan Maestro de la Alianza Regional (PMAR), 2012. Plan Maestro de la Alianza Regional para la Conservación de los Pastizales del Desierto Chihuahuense. J.C. Guzmán-Aranda, J. Hoth y H. Berlanga (Eds.). Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal. 64 p.
- Probert, R. J. and Hay F.R. 2000. Keeping seed alive. In: Bewley DJ and Black M (eds.). Seed technology and its Biological basis. CRC press LLC. Great Britain. pp: 390-393.
- SAS, Institute Inc. 2009. SAS/STAT® 9.3.1 User's Guide. Cary, NC.
- Springer, T.L., Dewald C.L., Aiken G.E. 2001. Seed germination and dormancy in Eastern Gamagrass. Crop. Sci. 41:1906–1910.
- Tian, X., Knapp A.D., Moore K.J., Brummer E.C., and Bailey T.B. 2002. Cupule removal and caryopsis scarification improves germination of eastern gamagrass seed. Crop. Sci. 42:185–189.

REBROTE Y ESTABILIDAD DE LA POBLACION DE TALLOS EN EL PASTO OVILLO (*Dactylis glomerata* L.) A DIFERENTES INTERVALOS E INTENSIDADES DE PASTOREO

TURNOVER AND TILLER POPULATION STABILITY OF ORCHARD GRASS (*Dactylis glomerata* L.) var 'POTOMAC' HARVESTED AT DIFFERENT CUTTING INTERVALS AND INTENSITIES

Filogonio J. Hernández Guzmán^{1*}, Alfonso Hernández Garay², Eusebio Ortega Jiménez³, Javier F. Enríquez Quiroz⁴, Mauricio Velázquez Martínez¹, José F. Cervantes Becerra¹

¹ INIFAP C.E. San Luis, ² Colpos-Montecillo, ³ Colpos-Veracruz, ⁴ INIFAP C.E. Paso de Toro *
hernandez.filogonio@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la frecuencia e intensidad de pastoreo que proporcione mayor densidad de tallos en una pradera de pasto ovillo. La investigación se llevó a cabo en Montecillo, Edo. de México. En cada unidad experimental (7 x 9 m), se marcó al azar a dos macollos y se marcó a nuevos vástagos cada 30 días con anillos de diferente color. Los tratamientos fueron la combinación de tres frecuencias (21, 28 y 35 días) y dos intensidades (5-7 y 9-11 cm) de pastoreo, que se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial, con 3 repeticiones (Tukey 0.05). La mayor densidad de tallos, se obtuvo al pastorear cada 35 días a intensidades menos severas (9-11 cm) y las generaciones de tallos que nacieron entre noviembre y febrero, contribuyen mas al rendimiento de forraje. Mayor aparición de tallos ocurrió al pastorear a intensidades severas (5-7 cm) y a intervalos cortos entre pastoreos (21 días), pero no se refleja en el rendimiento de forraje.

Palabras clave: frecuencia, aparición, mortalidad, vástagos.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción animal basados en praderas, tanto la producción de forraje como la persistencia de estas son factores importantes para la sostenibilidad de esos sistemas. La persistencia de las praderas depende de la capacidad de las plantas para renovar los tallos muertos y mantener estable la densidad poblacional de tallos, lo que está directamente determinado por el efecto combinado de los patrones estacionales en los procesos de aparición, muerte y supervivencia de tallos (Ramírez *et al.*, 2009). En *Lolium perenne* cv. 'Nui', el recambio o rebotación de tallos presenta variaciones en las tasas de aparición y muerte de tallos que dependen del manejo de la pradera y la estación del año; la más alta tasa de aparición de tallos ocurre después de la interrupción del crecimiento, durante la etapa reproductiva al inicio de verano, lo que favorece el incremento en la densidad de tallos (Hernández-Garay *et al.*, 1997). En contraste, *Lolium perenne* cv. 'Ruanui' tiene un mecanismo de persistencia considerado como vegetativo, debido a que la rebotación proviene de tallos sin florecer, a una tasa constante (Matthew *et al.*, 1996). Las variaciones estacionales en las tasas de aparición, muerte y supervivencia de tallos, son importantes para comprender los mecanismos involucrados en la persistencia y rebrote de tallos en las praderas. Sin embargo, los análisis independientes de estas tasas no indican la estabilidad de la población de tallos en determinada época; es decir, si la aparición de tallos con respecto a su muerte es suficiente para mantener la población en equilibrio. La estabilidad de la población de tallos de un pasto puede calcularse por medio de un índice que se obtiene de la relación entre los procesos de supervivencia y aparición de tallos, y permite un análisis integral de las variaciones de la población (Bahmani *et al.*, 2003). En estos estudios no se evaluó la dinámica de recambio de tallos ni su impacto en la estabilidad de la población, a pesar de su importancia para hacer recomendaciones específicas de manejo para ésta variedad en ésta

especie. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar la densidad, tasa de rebrote y estabilidad de la población de tallos del pasto *Dactylis glomerata* var Potomac, en respuesta al pastoreo a tres intervalos de corte y dos intensidades durante un año.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo de junio de 2005 a junio de 2006 en una pradera de pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) variedad Potomac, ubicada en el Campo Experimental del Colegio de Posgraduados, en Montecillo, Texcoco, Estado de México a 2240 msnm. El suelo del área es franco arenoso, ligeramente alcalino (pH 7.8), con 2.4% de materia orgánica. El clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano, precipitación y temperatura media anual de 645 mm y 15° C, respectivamente. El estudio se realizó en una pradera de pasto ovillo con dos años de establecida, la cual se encontraba con una buena composición botánica (80% de pasto ovillo). Las praderas no se fertilizaron, y en la época seca se regaron a capacidad de campo por aspersión cada dos semanas. Al inicio del estudio se efectuó un pastoreo de uniformización (5-7 o 9-11 cm de altura de forraje residual). Los tratamientos consistieron de la combinación de dos alturas de forraje residual (5-7 y 9-11 cm) y tres frecuencias de pastoreo (21, 28 y 35 días) y se distribuyeron aleatoriamente en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se utilizaron 18 parcelas 9 x 7 m cosechadas por ovinos, sin importar peso ni estado fisiológico. Se estudió la dinámica de tallos, para lo cual, al inicio del estudio (16 junio 2005) se colocaron a nivel del suelo, dos cilindros de plástico de 10 cm de diámetro por unidad experimental en macollos tomados al azar. Para marcar los tallos, se usó a anillos de color (0.4 mm de diámetro) y se registró a nuevos tallos con diferente color a intervalos de 30 días. Los datos individuales en cada círculo (10 cm de diámetro), fueron usados para calcular los cambios en la dinámica de tallos, tasa de aparición y tasa de muerte de tallos. Los datos se organizaron por estación y mes y se analizó a variables con el procedimiento GLM de SAS. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3 con tres repeticiones por tratamiento. Los factores fueron altura de forraje residual (5-7 y 9-11 cm) e intervalo de pastoreo (21, 28 y 35 días). Se obtuvieron las medias de mínimos cuadrados y se compararon utilizando la prueba de Tukey ajustada con el procedimiento LSMEANS de SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cambios mensuales en la densidad de tallos se muestran en las Figuras 1 y 2. En general de noviembre a febrero se observó un incremento acelerado en todos los tratamientos y hubo incrementos pequeños en la densidad total de tallos de junio a octubre, en tanto todos los tratamientos, inclusive aquellos que fueron pastoreados cada 21 días, tendieron a disminuir. Las figuras 1 y 2 también muestran una disminución en la densidad de tallos conforme avanza la edad de cada una de las generaciones de tallos y al final del estudio, las generaciones que nacieron entre noviembre y febrero, contribuyen más al rendimiento de forraje. La tasa de aparición no tuvo efectos de frecuencia ni de intensidad de pastoreo durante el periodo de estudio ($P > 0.05$), sin embargo, de octubre 2005 a febrero 2006, se observó mayor aparición de tallos al pastorear a intensidades severas (5-7 cm) y a intervalos cortos entre pastoreos (21 días), pero no se refleja en el rendimiento de forraje, donde al pastorear cada 21 días, fue la segunda mejor frecuencia después de la frecuencia de pastoreo de 35 días (10, 236 vs 11, 700 kg MS ha⁻¹) y la intensidad 5-7 cm produjo menos forraje total que intensidades menos severas (9, 985 vs 10, 129 kg MS ha⁻¹). Los meses en los que hubo menor aparición de tallos fue en marzo y abril al pastorear cada 28 días a 9-11 cm (23 y 37 tallos m² d⁻¹). La tasa de mortalidad mostró que la intensidad 5-7 cm fue significativa en marzo ($P \leq 0.05$), donde el pasto ovillo tuvo menos tallos muertos a intensidades menos severas (8 vs 3 tallos m⁻² d⁻¹). En agosto 2005 y febrero 2006 hubo efecto de frecuencia ($P \leq 0.05$), donde se observa mayor cantidad de tallos muertos cuando se pastorea cada 35 días. De acuerdo con Chapman y Lemaire (1993), la mayor cantidad de tallos obtenidos al pastorear a 9-11 cm cada 35 días, podría explicarse por la mayor cantidad de reservas de carbohidratos, que acumula la planta para la aparición y mantenimiento de los tallos. Los dos picos de producción de

tallos de pasto ovillo, es debida a que este pasto tiene dos etapas reproductivas (durante invierno y verano), mismas que fueron reportadas por González (1999) y Zaragoza (2000).

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento y densidad de tallos, se obtuvieron al pastorear cada 35 días a intensidades menos severas (9-11 cm). Las generaciones de tallos que nacieron entre noviembre y febrero, contribuyen mas al rendimiento de forraje. Mayor aparición de tallos ocurrió al pastorear a intensidades severas (5-7 cm) y a intervalos cortos entre pastoreos (21 días), pero no se refleja en el rendimiento de forraje. La mortalidad de tallos fue menor a intensidades menos severas.

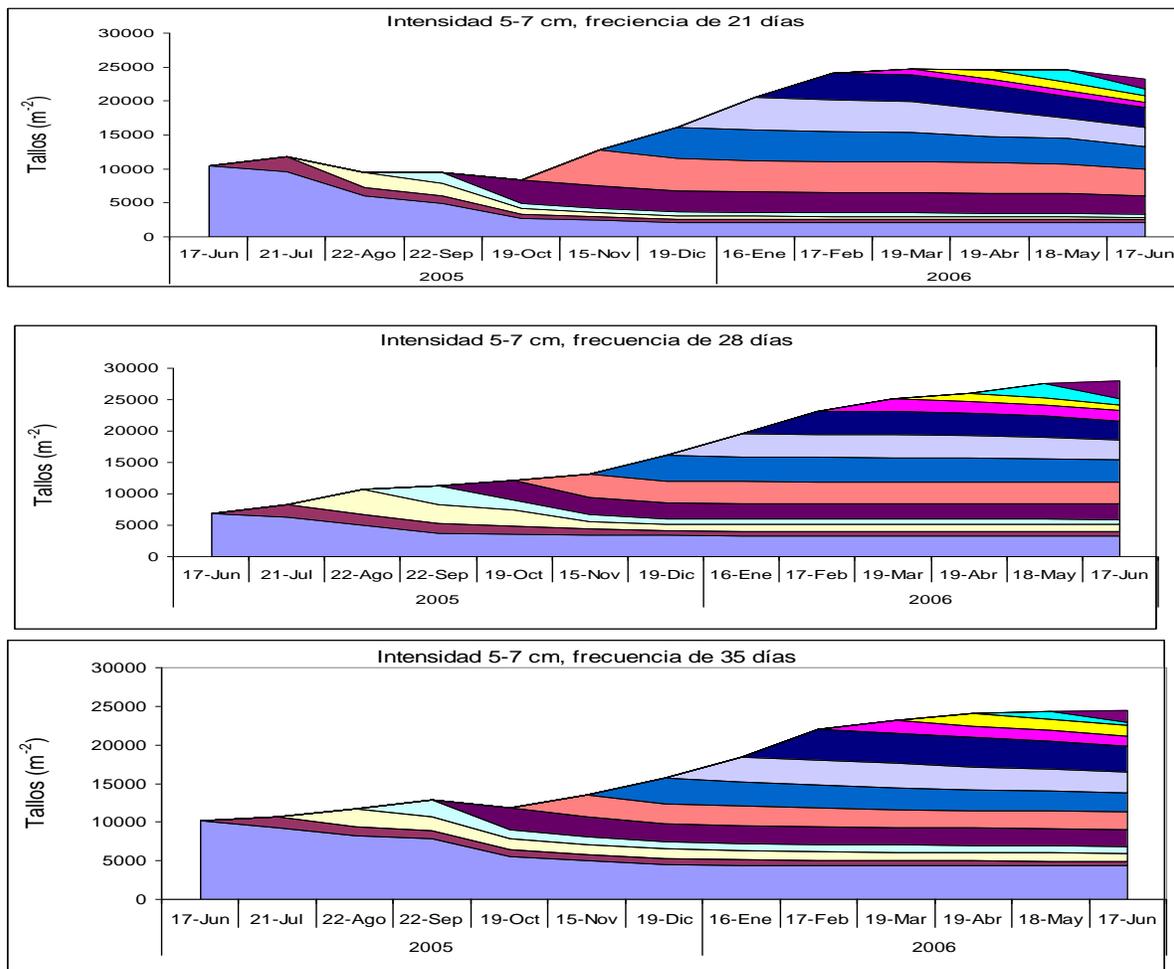


Figura 1. Dinámica de tallos en pasto ovillo (tallos m⁻²) pastoreado a la frecuencia de 21, 28 y 35 días a la intensidad de 5-7 cm.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece a las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su valioso apoyo para la realización de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Bahmani, I. E., R. Thom, C. Matthew, R. J. Hooper, G. Lemaire. 2003. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. *Aust. J. Agric. Res.* 54:803-817.
- Chapman, D.F. and Lemaire. G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *Proceedings of the XVII Internacional Congress* 96-104.
- González, O. V. 1999. Frecuencia e intensidad de defoliación en el crecimiento y rendimiento del pasto ovillo (*Dactylis glomerata*). Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México.
- Hernández-Garay, A., Matthew C., Hodgson J. 1997b. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures. 2. Tiller and growing point densities and population dynamics. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. Vol. 40: 37-50.
- Matthew, C., A. Hernández-Garay and J. Hodgson. 1996. Making sense of the link between tiller density and pasture production. In: *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*. 57:83-87.
- Ramírez, R. O., S. Carneiro da S., A. Hernández G. J.F. Enríquez Q. J. Pérez P. A.R. Quero C., J.G. Herrera H. 2011. Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto *Panicum maximum* cv. 'mombaza' cosechado en diferentes intervalos de corte. *Rev. Fitotec. Mex.* 34: 213 – 220.
- Zaragoza, E.J.A. 2000. Crecimiento y acumulación de forraje de los pastos ballico y ovillo a diferentes frecuencias de corte. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo de México.

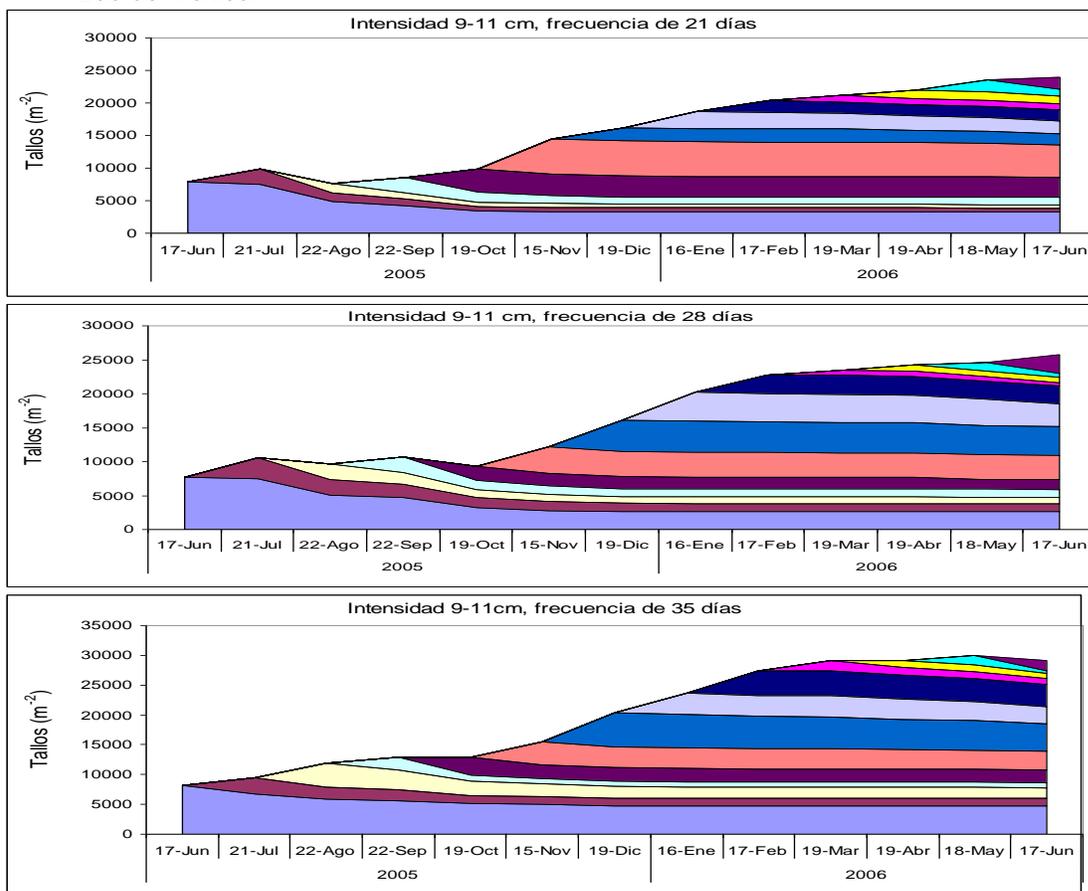


Figura 2. Dinámica de tallos en pasto ovillo (tallos m⁻²) pastoreado a la frecuencia de 21, 28 y 35 días a la intensidad de 9-11 cm.

VELOCIDAD Y EMERGENCIA EN DOS PASTOS NATIVOS Y DOS INTRODUCIDOS

EMERGENCY AND SPEED IN TWO NATIVE AND TWO INTRODUCED GRASSES

Filogonio J. Hernández Guzmán^{1*}, Adrián R. Quero Carrillo², Paulino Pérez Rodríguez², Mauricio Velázquez Martínez¹, César del A. Hernández Galeno³

¹ INIFAP C.E. San Luis, ² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, ³ INIFAP C. E. Iguala. * Autor para correspondencia: hernandez.filogonio@inifap.gob.mx

RESUMEN

El comportamiento de la emergencia y velocidad de ésta, permite identificar oportunidades de manejo en la calidad de semilla para desarrollar alternativas y poder establecer praderas de temporal en condiciones áridas. El objetivo del trabajo fue evaluar la emergencia y velocidad de emergencia de diásporas en dos pastos nativos y dos introducidos. El experimento se realizó en condiciones de laboratorio. Se utilizó semilla de pasto Navajita, Banderita; así como Buffel y Rhodes. Cada mes y en un periodo de 16 meses se sembró en base a Semilla Pura Viable a 1 cm de profundidad en peat moos humedecido y se contabilizó la emergencia de plántulas cada 24 h durante 28 días. El análisis de la emergencia se realizó mediante un modelo logístico y la velocidad de emergencia mediante un modelo Bernoulli con uso de curvas de supervivencia. La emergencia de pastos nativos disminuyó, mientras en introducidos se incrementó ($P < 0.01$) a través del tiempo. La velocidad de emergencia fue mayor en pastos nativos que introducidos y en pasto Buffel influyó la dormancia para mostrar menor emergencia y velocidad de ésta.

Palabras clave: diásporas, temporal, sequía interestival.

INTRODUCCIÓN

El deterioro de las zonas áridas y semiáridas de México es debido principalmente a sobre-pastoreo y deforestación; actualmente los pastizales cubren 15 % o menos de su superficie, por tanto, es importante recuperar las áreas degradadas (SEMARNAT, 2008; PMAR, 2012). La siembra tanto de pastos nativos como introducidos dentro de predios ganaderos es de importancia para incrementar la rentabilidad (Ibarra *et al.*, 2007); ya que los exóticos producen mayor cantidad de materia seca que los nativos, pero el forraje producido por los introducidos es de menor calidad (Jurado y Westoby, 1988). Sin embargo, es necesario tomar las previsiones debidas, ya que los pastos exóticos pueden desplazar a los nativos, y así reducir la diversidad y riqueza de las comunidades nativas y alterar los flujos de energía y nutrientes de los ecosistemas (Marshall *et al.*, 2012). En México la manera comercial de propagar los pastos es con unidades de dispersión completas con glumas, lemas, paleas, aristas y ramillas (diásporas), pero en su mayoría con poca pureza física (Quero *et al.*, 2007), sin embargo en pastos exóticos, principalmente en pasto Buffel, la alta viabilidad en semillas puede tener baja germinación por dormancia, por lo que es necesario sembrar en base a semilla pura germinable (Hernández *et al.*, 2010; Hernández *et al.*, 2012); ya que la dormancia en diásporas puede ser expresada por el embrión o impuesta por tejido circundante (Hilhorst, 1995; Tian *et al.*, 2002). Evaluar la emergencia y velocidad de emergencia en pastos nativos como en introducidos, es importante para detectar oportunidades de manejo durante el establecimiento en campo y sobrevivir a sequía interestival, ya que lotes de semilla que no difieren en germinación pueden diferir en velocidad de germinación (Delouche y Caldwell, 1960). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de la emergencia y velocidad de ésta, en gramíneas nativas e introducidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de febrero 2010 a mayo 2011 en condiciones de laboratorio, en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Estado de México. El material experimental consistió de semilla de dos gramíneas nativas: Navajita (*Bouteloua gracilis*) y Banderita (*B. curtipendula*); y dos introducidas: Buffel (*Cenchrus ciliaris*), variedad Común y Rhodes (*Chloris gayana*), variedad Bell. Al inicio del experimento se realizó la prueba de viabilidad para cada pasto mediante la técnica del tetrazolio (0.1%; ISTA, 1996) y se valoró de acuerdo a la tinción: rojo intenso a rosa fuerte: viables; rosa pálido a blanco: no viables. Se sembró en base a SPV cada mes durante 16 meses y se llevó a cabo en charolas de 40x25x5 cm con peat moos humedecido a 1 cm de profundidad. Se sembró en cuatro repeticiones de 100 diásporas viables y se colocaron las charolas con las semillas en una cámara de ambiente controlado con flujo ligero de aire y 24 h de luz fluorescente a 22 ± 2 °C, y se regó por aspersión cada 72 h mediante aplicación de 100 ml de agua destilada por aspersión. El conteo de plántulas fue cada 24 horas durante 28 días. Para determinar la probabilidad de emergencia se utilizó un modelo logístico de acuerdo a (Hosmer and Lemeshow, 2000), y para la velocidad de emergencia mediante un modelo de tipo Bernoulli mediante el estimador de Kaplan y Meier (1958). Los modelos se ajustaron con SAS.

RESULTADOS

La viabilidad obtenida en Banderita, Navajita, Rhodes y Buffel fue: 92, 84, 92 y 86 % respectivamente y disminuyó de manera gradual, pero en mayor medida en pastos nativos que introducidos. Se observó diferencia en pastos nativos así como en introducidos en las tasas de emergencia (Figura 1; $P < 0.01$). En pastos nativos se observó disminución en emergencia a lo largo de 16 meses; ya que Banderita disminuyó de 97 a 87% y Navajita de 83 a 77%, por lo que la viabilidad de los carióspsides se mantiene, aspecto importante para favorecer un mayor establecimiento en campo. En los resultados del modelo logístico, la probabilidad de emergencia de Banderita fue 2.6 veces más que Navajita. La tasa de emergencia disminuyó $0.95 = \exp(-0.045)$ y tiende a disminuir en el tiempo y con éste modelo de predicción, se logra clasificar adecuadamente el 63% de los casos analizados. En pastos introducidos, se observó incremento en la emergencia en 16 meses, y el pasto Buffel incrementó de 11 a 49 % y en Rhodes de 48 a 91%. La probabilidad de emergencia de Rhodes fue 0.1 más que Buffel y la tasa de emergencia aumenta $1.18 = \exp(0.169)$. El modelo estadístico logró clasificar adecuadamente el 80% de los casos analizados.

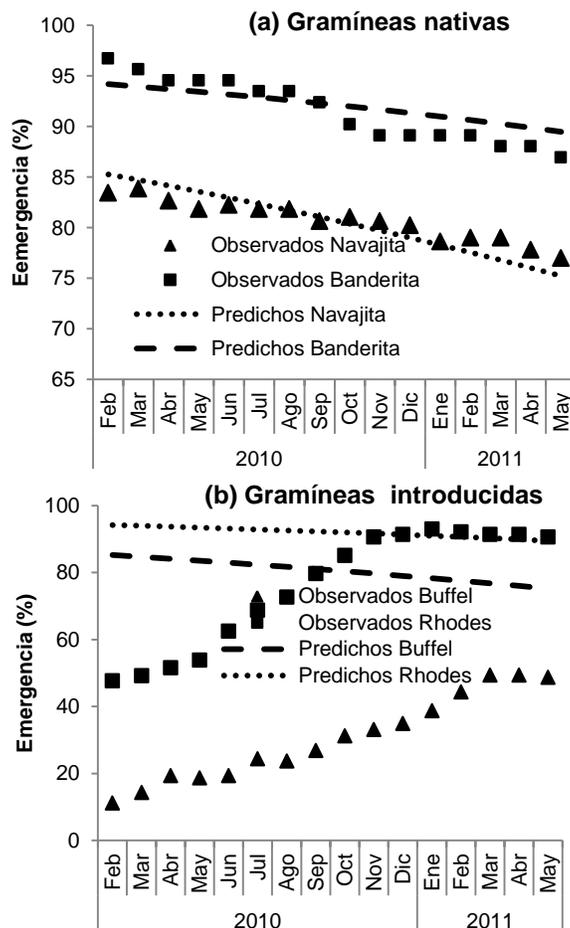


Figura 1. Emergencia de dos gramíneas nativas (a) y dos introducidas (b) sembradas con diásporas.

Se observaron diferencias en Velocidad de Emergencia (VE) tanto en pastos nativos como en introducidos ($P < 0.01$; Figura 2). En gramíneas nativas la VE concentró más del 80% del día cuatro a cinco días después de la siembra (dds). En Navajita a cuatro dds se observó el 61% y en Banderita 58%, pero Banderita a siete dds germinó el 100% de las semillas posibles. El pasto Banderita siempre mostró mayor VE que Navajita. En gramíneas introducidas la VE mostró dormancia marcada en Buffel ya que a seis dds, emergió 60% y en Rhodes 90%. El pasto Rhodes tuvo mayor VE que Buffel; ya que emerge 100% de las semillas posibles a 10 dds y en Buffel a 13 dds. El pasto Rhodes siempre mostró mayor VE que Buffel.

DISCUSIÓN

El comportamiento de la emergencia en pastos nativos tendió a disminuir, mientras en introducidos fue al contrario, por lo que en exóticos la dormancia se presenta tanto en embrión como en estructuras florales después de 16 meses, efecto observado en mayor medida en pasto Buffel que Rhodes. Menor emergencia y por consiguiente menor viabilidad ocurrió en Navajita que Banderita, probablemente por fallas en la cosecha o almacenamiento, ya que Ferguson (1995) afirma que la viabilidad en semillas disminuye debido a alteraciones bioquímicas por errores en cosecha o almacenamiento y a largo plazo provocan la muerte. En pastos introducidos, la emergencia aumenta en ambos pastos, debido a que se pierde dormancia durante el almacenamiento como

fue consignado por Beltrán *et al.* (2007), Zhongnan y Norton (2009). Mayor emergencia en menor tiempo tuvo Banderita que Navajita, Rhodes y Buffel, por lo que en campo, existe mayor posibilidad de establecimiento, ya que en el Desierto Chihuahuense la precipitación es escasa y con presencia de sequía interestival, disminuirá la densidad de plantas. Respecto a lo anterior, baja emergencia estuvo relacionada de manera positiva con baja viabilidad, como fue consignado por (Culleton *et al.*, 1991), mientras que en gramíneas introducidas además de bajo vigor, con dormancia (Hernández *et al.*, 2012).

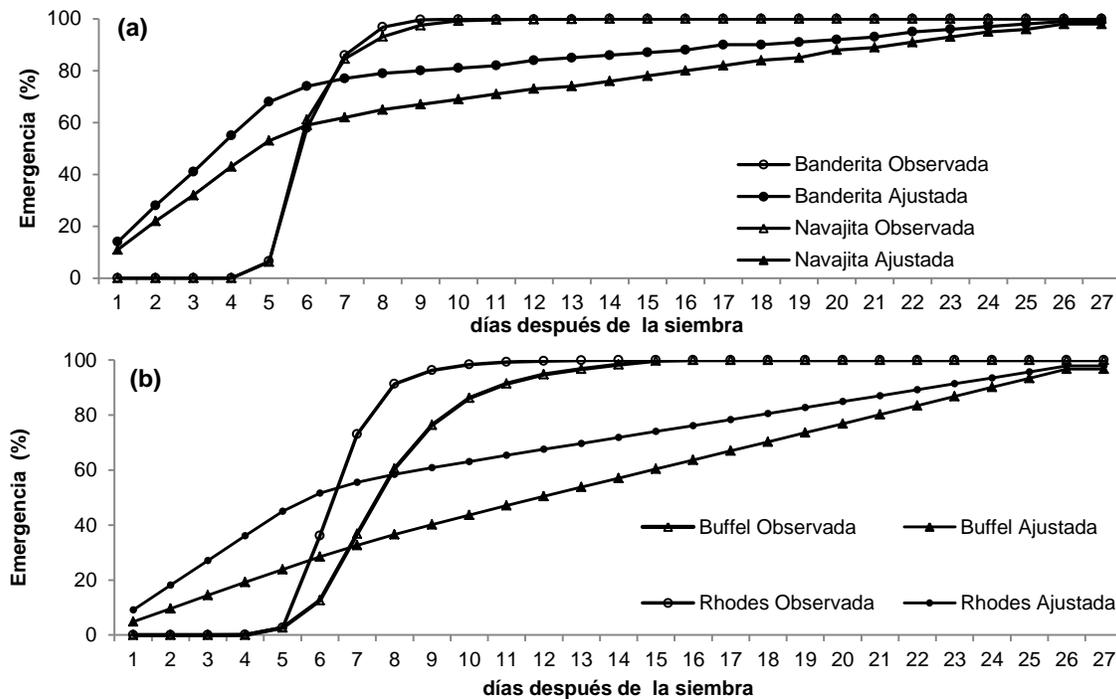


Figura 2. Velocidad de emergencia observada y ajustada de dos gramíneas nativas (a) y dos introducidas (b).

CONCLUSIONES

La emergencia y velocidad de emergencia en gramíneas nativas disminuye posterior a 16 meses y en gramíneas introducidas la emergencia y la velocidad de ésta, se incrementa posterior a cinco meses en pasto Rhodes, mientras que en Buffel, la dormancia es marcada después de 15 meses. En pastos, el conocimiento de la emergencia y velocidad de ésta, es importante para establecer pastos de temporal con mayor eficacia y sobrevivir a sequía interestival y lograr mayor éxito de establecimiento.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece a las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su valioso apoyo para la realización de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

Beltrán, L. S., C. Loredó O., T. Núñez Q., L. A. González E., C. A. García D., J.A. Hernández A., J. Urrutia M., H. G. Gámez V. 2007. Navajita Cecilia y Banderilla Diana, pastos sobresalientes para el Altiplano de San Luis Potosí. INIFAP. Folleto Técnico Núm. 33. 38 p.

Culleton, N., V. McCarthy, and D. McGilloway. 1991. A note on the germinability and early seedling growth of *L. perenne*. Irish J. Agric. Res. 30:159–161.

- Delouche, J.C. and W.P. Caldwell. 1960. Seed vigor and vigor tests. Proc. Assoc. off. Seed Anal., 50, 124–29.
- Ferguson, J. 1995. An introduction to seed vigour testing. *In*: Seed vigour testing seminar. Copenhagen. Proceedings of the International Seed Testing Association, 1995. pp:1-9.
- Hernández, G. F. J. y A. R. Quero C. 2010. Estrategias físicas y químicas para mejorar la germinación en Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). I Congreso Internacional de Manejo de Pastos Tropicales y II Simposium Internacional de Forrajes Tropicales. Tuxtla Gtz. Chiapas. pp: 58.
- Hernández, G. F.J., P. Pérez R, G. García de los S., M.E. Ortega C., E. Ramírez B., M.E. Carranco J. y A. R. Quero C. 2012. Siembra y establecimiento de cuatro gramíneas con diferentes métodos y unidades de dispersión. 2ª Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal. Zacatecas, Zac. pp: 167-171.
- Hilhorst, H.W.M. 1995. A critical update on seed dormancy I: Primary dormancy. Seed Science Research 6: 61-73.
- Hosmer, D. W., and S. Lemeshow. 2000. Applied logistic regression. 2nd ed. Wiley, New York. 392 p.
- Ibarra, F. F., M. Martín R, A. Encinas B. y S. Pérez. 2007. Recomendaciones para el mejoramiento forrajero de los agostaderos de Sonora, mediante técnicas de rehabilitación y manejo. Publicación Especial. Fundación Produce, Sonora, A. C. Hermosillo, Sonora. México. 21 p.
- International seed testing association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. Seed Sci. and Technology. 24, Supplement. 243 p.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. Seed Sci. Tech. 24 (suppl): 243 p.
- Jurado, E. and M. Westoby. 1992. Seedling growth in relation to seed size among species of arid Australia. Journal of Ecology. 80: 407–416.
- Kaplan, E.L. and P. Meier. 1958. Nonparametric Estimation from Incomplete Observations. Journal Of The American Statistical Association, 53, 457–481.
- Marshall, V.M., M.M. Lewis, B. Onstendorf. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A review. J of Arid Env. 78:1-12.
- Plan Maestro de la Alianza Regional (PMAR), 2012. Plan Maestro de la Alianza Regional para la Conservación de los Pastizales del Desierto Chihuahuense. J.C. Guzmán-Aranda, J. Hoth y H. Berlanga (Eds.). Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal. 64 p.
- Quero, C. A. R., J. F. Enríquez Q. y L. Miranda J. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o *status quo*. Interciencia-Venezuela; 32: 566-571.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2008. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México, D.F. 357p.
- Tian, X., Knapp A.D., K.J. Moore, E.C. Brummer and T.B. Bailey. 2002. Cupule removal and caryopsis scarification improves germination of eastern gamagrass seed. Crop. Sci. 42:185-189.
- Zhongnan, N. and M.R. Norton. 2009. Stress Tolerance and Persistence of Perennial Grasses: The Role of the Summer Dormancy Trait in Temperate Australia. Crop.Sci. Vol. 49 Nov-Dec 2009.

EFECTO DEL TAMAÑO DE CARIÓPSIDE Y EMBRIÓN EN EL DESARROLLO MORFOLÓGICO DE GRAMÍNEAS PARA TEMPORAL

EFFECT OF CARYOPSIS AND EMBRYO SIZE IN MORPHOLOGICAL DEVELOPMENT OF
GRASSES FOR RAINFED CONDITIONS

Filogonio Jesús Hernández Guzmán^{1*}, Adrián Raymundo Quero Carrillo², Mauricio Velázquez
Martínez¹, Héctor Guillermo Gámez Vázquez¹ y Ulises Santiago López¹

¹INIFAP C.E. San Luis, ²Colegio de Postgraduados, *Campus Montecillo*.

*Autor para correspondencia: hernandez.filogonio@inifap.gob.mx

RESUMEN

La clasificación de carióspsides es un factor importante para establecer praderas en temporal semiárido con mayor éxito, al promover mayor velocidad de desarrollo del Área Foliar (AF) y raíces. Con el fin de documentar el desarrollo de plántulas al establecimiento, se clasificaron carióspsides en grandes (CG) y chicos (Cch), mediante tamices, en dos pastos nativos; Banderita y Navajita; y dos introducidos: Rhodes y Buffel. Se sembró a tamaño de carióspsides (TC) en macetas en invernadero y mediante muestreos destructivos a 20, 40, 60, 80, 100 y 120 días después de siembra (dds). Se evaluaron proporción embrión: endospermo, composición morfológica y Área Foliar Específica (AFE). Los datos se analizaron en diseño completamente al azar en arreglo factorial 2x2 con 15 repeticiones (Tukey, $P < 0.05$) y un análisis de regresión para cada variable. Los componentes morfológicos para cada tratamiento variaron de manera significativa ($P < 0.01$) en las diferentes fechas de edad de las plantas. El TC y embrión fue importante en pastos nativos para desarrollar biomasa de hojas, raíces y biomasa total durante todo el periodo, mientras en pastos introducidos fue de manera parcial. La AFE no varió en pastos nativos, sin embargo en Navajita tendió a incrementarse y en pastos introducidos la AFE disminuyó a mayor edad de las plantas. El tamaño de carióspside y embrión define el crecimiento en plántulas de pastos nativos e influye parcialmente en pastos introducidos.

Palabras Clave: pastos, clasificación, embrión, carióspsides.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los agostaderos de las zonas áridas de México se encuentran degradados y sobrepastoreados (PMAR, 2012), por lo que es de importancia reconvertir las áreas agrícolas que no son aptas. Para tal hecho, se necesita ofrecer semillas de pastos de calidad y para tal caso, existen patrones enmascarados por las Brácteas Accesorias (BA) que no se permite observar a los carióspsides (Quero *et al.*, 2010) y para tal efecto, pueden establecerse tanto pastos exóticos como nativos para incrementar la productividad de los agostaderos (Ibarra *et al.*, 2005). Por tanto, se deben sembrar semillas de mayor Tamaño de Carióspside (TC) y Embrión (TE), ya que se ha determinado que los primeros días de crecimiento de las plántulas de gramíneas son fundamentales para establecerse en campo (López-Castañeda *et al.*, 1996). La Área Foliar Específica (AFE) se traduce como la foliosidad de la planta con base al peso seco y varía durante el ciclo de las plantas (Lee y Heuvelink, 2003) y el incremento de la masa de las plantas de pastos, es la integración de la emisión de hojas de cada vástago, por tanto, la renovación de tallos es de vital importancia en el incremento o decremento de la AFE (Bircham y Hodgson, 1983). Cuantificar y determinar la naturaleza de los procesos de crecimiento en pastos es pieza clave para definir el potencial y limitaciones de plantas forrajeras, por tal motivo, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de mayor tamaño de carióspside y embrión en los componentes morfológicos hasta la

madurez fisiológica de plantas de dos pastos nativos, así como de dos introducidos, propios de zonas áridas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de mayo a septiembre de 2010, en condiciones de invernadero en el *Campus* Montecillo del Colegio de Postgraduados, Texcoco, Edo de México. El lugar tiene temperatura media de 12 a 18°C; suelo franco arenoso con pH 7.8 y 2.4% de materia orgánica, clasificado como Typic ustipsamments (Ortiz, 1997). El material experimental consistió de semillas de pasto Banderita (*Bouteloua curtipendula*) Navajita (*B. gracilis*); Buffel (*Cenchrus ciliaris*), variedad Común y Rhodes (*Chloris gayana*), variedad Bell. Para eliminar BA que son glumas, lema, palea, ramillas modificadas y aristas, se utilizó tapete y almohadilla. Se sembraron cariósides en macetas de 5 L a la espera de cinco plántulas, en suelo esterilizado a 1 cm de profundidad a capacidad de campo. Se regó cada 72 horas con 3 litros de agua por maceta y no se fertilizó. Los muestreos fueron destructivos a 20, 40, 60, 80, 100 y 120 días después de siembra (dds). En cada muestreo se lavaron las raíces de las cinco plantas con agua y de manera individual, se separaron los componentes morfológicos (CM): hojas, tallos, raíces, inflorescencias y material muerto (MM). Se colocó cada CM en bolsa de papel en estufa a 55°C, por 48h y se pesó. El área foliar se determinó mediante integrador de área Li-3100. Los tratamientos fueron la combinación de dos pastos nativos o dos introducidos con dos tamaños de cariósido. Se evaluaron proporción embrión: endospermo mediante la extracción de 100 embriones en cuatro repeticiones de 25 cariósides, composición morfológica (mg MS pl^{-1}) y área foliar específica ($\text{cm}^2/\text{mg pl}^{-1}$), la cual se calculó al dividir el área foliar entre la biomasa de hoja de cada planta. Se usó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial con 15 repeticiones y se analizaron con GLM de SAS (2003) y se usó Tukey (α 0.5%). Además, se realizó un análisis de regresión múltiple, con la técnica de regresión en pasos (Stepwise) para determinar el efecto de las variables independientes (biomasa de hojas, biomasa de tallos, biomasa de inflorescencias, material muerto y biomasa de raíces) en la producción de biomasa total, como variable dependiente, según lo describen Herrera y Barreras (2000).

RESULTADOS

Los componentes morfológicos variaron de manera significativa en las diferentes edades de crecimiento ($P < 0.05$). La relación existente entre biomasa foliar (BF), tallos (BTa), raíces (BR), biomasa de inflorescencias (BI) y material muerto (MM), se muestran en la Figura 1. La BF, BTa y BR en todos los tratamientos están correlacionados de manera positiva con el crecimiento de la planta ($P < 0.05$). En pastos nativos mayor biomasa total se presentó en plantas sembradas con mayor TC y embrión, y se reflejó en raíces, MM y tejido de inflorescencia. En pastos introducidos el TC en Buffel y Rhodes fue importante para desarrollar hojas hasta 80 y 20 dds ($P < 0.01$), raíces hasta 80 y 120 dds, tallos hasta 40 y 80 dds y tejido de inflorescencia hasta 80 y 120 dds, respectivamente.

Los resultados de regresión múltiple, indican que la producción de materia seca total pl^{-1} en pastos nativos e introducidos, en ambos TC, el valor del coeficiente de correlación múltiple (r^2) fue 0.999; es decir el 97% de la variación en la producción de biomasa total, se explica por BF, BR y BT, lo que da una gran certidumbre en el modelo de predicción. El rendimiento de materia seca total presentó una correlación positiva ($P < 0.01$) con biomasa de hojas, tallos y raíces; pero con respecto a inflorescencias y MM fue positiva pero no significativa ($P > 0.05$). En AFE el R^2 en pastos nativos es mayor a 89% y se ajustaron las curvas a un modelo cuadrático de tercer orden (Figura 2a). El AFE en Banderita tiende a disminuir, mientras en Navajita tiende a incrementar. Al comparar entre especies nativas, Banderita solamente superó a Navajita de 40 a 60 dds y en total, Navajita mostró mayor AFE (1.41 vs $1.15 \text{ cm}^2/\text{mg}^{-1} \text{ pl}^{-1}$). En el análisis de varianza de AFE en pastos nativos, no hubo diferencia en total ($P > 0.05$), sin embargo en plantas sembradas con cariósides chicos (PSCch) de Navajita tuvieron mayor valor ($1.59 \text{ cm}^2 \text{ mg pl}^{-1}$). Entre muestreos se observaron

diferencias a 40, 60 y 120 dds ($P < 0.05$); de 40 a 60 dds las plantas sembradas con cariósides grandes (PSCG) tanto de Banderita como Navajita fueron mayores que PSCch, mientras a 120 dds las PSCch de Navajita fueron mayores ($P < 0.01$). En Banderita la AFE en general tiende a disminuir, pero de 40 a 80 dds las PSCCh superan a PSCG. La AFE de pastos introducidos mostraron R^2 mayores a 88% (Figura 2b) y la máxima AFE ocurrió de 61-80 dds y disminuyó a mayor edad de la planta. En Rhodes el TC y embrión fue importante para mostrar mayor AFE hasta 40 dds y en Buffel nunca las PSCG superaron a las PSCch ($P < 0.01$) y en total ($P < 0.01$; 2.52 vs $1.57 \text{ cm}^2/\text{mg}^{-1} \text{ pl}^{-1}$). La AFE de Buffel superó en total y en cada muestreo a Rhodes ($P < 0.01$; 2.52 vs $1.27 \text{ cm}^2/\text{mg}^{-1} \text{ pl}^{-1}$).

DISCUSIÓN

La producción total de biomasa de pastos introducidos fue nueve veces mayor que pastos nativos como fue advertido por Gómez *et al.* (2007). El TC fue importante durante todo el periodo de estudio en pastos nativos para desarrollar hojas, raíces y biomasa total, mientras que para pastos introducidos lo fue de manera parcial en cada componente morfológico, por lo que a mayor TC y embrión existirá mayor área foliar y biomasa de raíces y lo anterior, es esencial para un buen establecimiento y sobrevivir a sequía interestival (López-Castañeda *et al.*, 1996). Del mismo modo Moles y Westoby (2004), mencionan que mayor TC intra-especie desarrolla más rápido área foliar repercutiendo en mayor desarrollo de raíces y también en mayor eficiencia para absorber agua y nutrientes. La reducción del AFE en pastos introducidos se atribuye a la no emisión de nuevos vástagos y también a la alteración de la estructura de hoja al incrementar la concentración de carbohidratos no estructurales (Bazzaz *et al.*, 1987; Newton, 1991 Baxter *et al.*, 1994). Sin embargo, este fenómeno no fue registrado en nativos, ya que no existe una disminución marcada en AFE debido a la emisión de vástagos y presentar las hojas menos edad al muestreo.

CONCLUSIONES

El tamaño de cariósido y embrión fue importante en pastos nativos para la producción de biomasa de hojas, biomasa de raíces y biomasa total, y fue de manera parcial en pastos introducidos. La biomasa total por planta está influenciada por la biomasa de raíces, hojas y tallos, mas no por biomasa de MM y espiguillas. Mayor Área Foliar Específica se observó en plantas sembradas con cariósides chicos en pastos nativos e introducidos y es de manera constante en pastos nativos y disminuye en pastos introducidos conforme avanza la edad de las plantas.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece a las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su valioso apoyo para la realización de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Bazzaz, F.A., Chiariello N.R., Coley P.D., Pitelka L.F. 1987. Allocating resources to reproduction and defense. New assessment of the costs and benefits of allocation patterns in plants are relating ecological roles to resource use. *Bioscience*. 37: 58-67.
- Bircham, J. S. and J. Hodgson. 1983. The influence of sward conditions on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous grazing management. *Grass Forage Science*. 38: 323-331.
- Gómez, de la F. E., Díaz S. H., Saldívar F. A., Briones E. F., Vargas T. V., Grant W.E. 2007. Patrón de crecimiento de pasto buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) Sin. *Cenchrus ciliaris* L.] en Tamaulipas, México. *Téc. Pec. Méx.* 45:1-17.
- Herrera, H. J. G., Barreras S. A. 2000. Análisis estadístico de experimentos pecuarios (utilizando el programa SAS). Manual de procedimientos. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Posgraduados.

- Lee, J.H. Heuvelink E. 2003. Simulation of leaf area development based on dry matter partitioning and specific leaf area for cut Crysanthemum. *Annals of Botany*. 91: 319-327.
- .López-Castañeda C, Richards R.A., Farquar G.D., and Williamson R.E. 1996. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor among temperate cereals. *Crop Science*. 36: 1257-1266.
- Moles, A.T. and Westoby M. 2004. Seed mass and seedling establishment after fire in Ku-ring-gai Chase National Park, Sydney. *Austral Ecology*. 29: 383-390.
- Newton, P.C. 1991. Direct effects of increasing carbon dioxide on pasture plants and communities. *N.Z. J. Agric. Res.* 34: 1-24
- Ortiz, S.C. 1997. Colección de Monolitos. Depto. Génesis de Suelos, IRENAT. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. México.17 p.
- Plan Maestro de la Alianza Regional (PMAR). 2012. Plan Maestro de la Alianza Regional para la Conservación de los Pastizales del Desierto Chihuahuense. J.C. Guzmán-Aranda, J. Hoth y H. Berlanga (Eds.). Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal. 64 p.
- Quero, C. A.R, A. Hernández G., L. Miranda J., J. Pérez P., y H. M. Sánchez H. 2010. Recursos genéticos para el pastoreo extensivo. *In: M.E. Velazco, G. A. Hernández, R.A. Pérez G. Grovas G y M. B. Sánchez (eds.). Los Forrajes y su Impacto en el Trópico. Tuxtla Gtz. Chiapas. pp: 1-21.*
- Statistical Analysis System (SAS). 2003. SAS Institute Inc., version 9.1.3 Microsoft Windows, Cary NC.

Figura 1. Composición morfológica de pasto Banderita en tamaño de cariósipide grande (a) y chico (b), pasto Navajita (c) y (d); pasto Buffel (e) y (f) y pasto Rhodes (g) y (h).

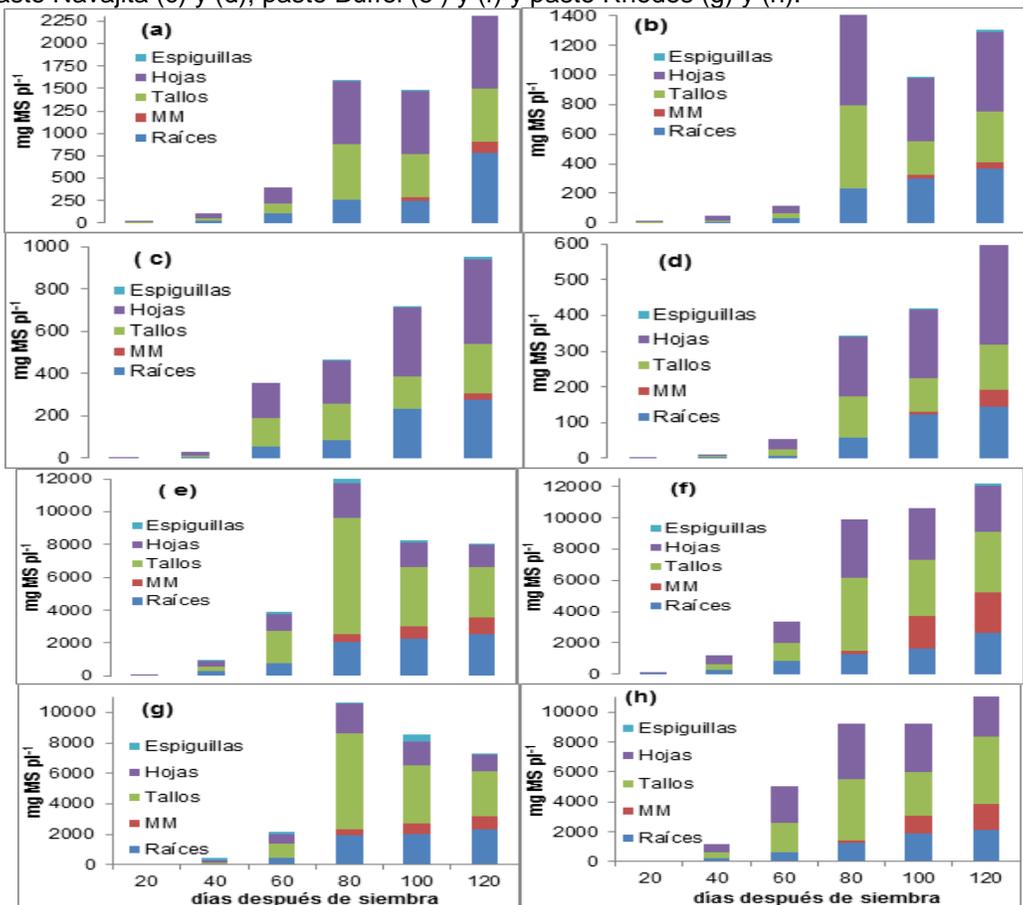
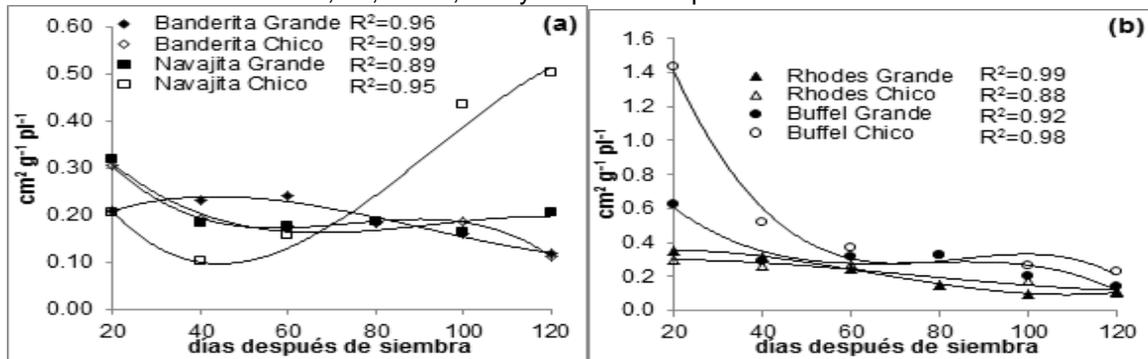


Figura 2. Área Foliar Específica ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) de dos pastos nativos (a) y dos introducidos (b) con muestreos destructivos a 20, 40, 60 80, 100 y 120 días después de siembra.



ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE PASTOS NATIVOS E INTRODUCIDOS CON DIFERENTE TAMAÑO DE CARIÓPSIDE Y EMBRIÓN

GROWTH ANALYSIS IN NATIVE AND INTRODUCED GRASSES WITH DIFFERENT CARYOPSIS AND EMBRYO SIZE

Filogonio Jesús Hernández Guzmán^{1*}, Adrián Raymundo Quero Carrillo², Susana Elizabeth Ramírez Sánchez³, Héctor Guillermo Gámez Vázquez¹ y María Guadalupe López Ortega⁴

¹INIFAP C.E. San Luis, ²Colegio de Posgraduados *Campus* Montecillo, ³INIFAP C.E. Tepatlán, ⁴UA Chapingo URUZA *hernandez.filogonio@inifap.gob.mx

RESUMEN

La clasificación de carióspsides es un factor importante para establecer praderas en temporal semiárido con mayor éxito, al promover mayor tasa de crecimiento. Con el fin de documentar el desarrollo de plántulas al establecimiento, se clasificaron carióspsides en grandes (CG) y chicos (Cch), mediante tamices en dos pastos nativos; Banderita y Navajita; y dos introducidos: Rhodes y Buffel. Se sembró cada Tamaño de Carióspside (TC) en macetas en invernadero y mediante muestreos destructivos a 20, 40, 60, 80, 100 y 120 días después de siembra (dds). Se evaluó la relación embrión:endospermo, tasa de crecimiento (TCR) de hojas, raíces y biomasa total. Los datos se analizaron en diseño completamente al azar en arreglo factorial 2x2 con 15 repeticiones (Tukey, $P < 0.05$). De acuerdo a las curvas de crecimiento, los pastos nativos tienen siempre crecimiento, mientras los introducidos hasta 80 dds tiene la máxima TC de biomasa aérea y después disminuye. El TC y embrión fue importante en pastos nativos para desarrollar mayor TCR de hojas, raíces y biomasa total durante todo el periodo, mientras en pastos introducidos, lo fue de manera parcial. El tamaño de carióspside y embrión define el crecimiento en plántulas de pastos nativos e influye de manera parcial en pastos introducidos.

Palabras Clave: clasificación, establecimiento, tamaño, desarrollo

INTRODUCCIÓN

El término “análisis de crecimiento” se refiere al uso de métodos cuantitativos que describen todo el sistema de la planta con crecimiento bajo condiciones naturales, semi naturales o controladas (Hunt, 2003). Los primeros días de crecimiento en plántulas son fundamentales para establecer mayor cantidad densidad de plantas y puede ser aún mayor al sembrar carióspsides de mayor peso o tamaño, pues se ha determinado que en cereales de grano pequeño, mayor tamaño de semilla está asociado positivamente con mayor peso del embrión y este a su vez, está asociado positivamente con mayor vigor de plántulas en sus etapas iniciales de crecimiento y establecimiento (Kneebond y Cremer, 1955; López-Castañeda *et al.*, 1996). Cuantificar y determinar la naturaleza de los procesos de crecimiento en pastos es pieza clave para definir el potencial y limitaciones de plantas forrajeras, por tanto el objetivo fue: determinar el efecto del tamaño del carióspside durante el crecimiento al establecimiento de plántulas en hojas, raíces y biomasa total en dos pastos introducidos y dos nativos, propios de zonas áridas.

MATERIALES Y MÉTODOS

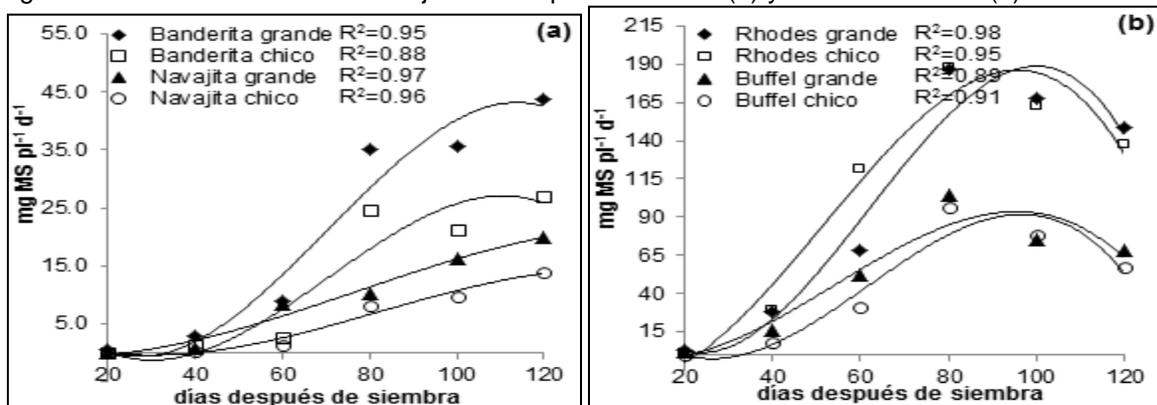
El estudio se realizó en condiciones de invernadero en Montecillo Edo. de México, de mayo a septiembre de 2010 a 2240 msnm, temperatura media de 12 a 18°C y suelo franco arenoso con pH 7.8 (Ortiz, 1997). Se usaron dos pastos nativos: Banderita *Bouteloua curtipendula* y Navajita (*B.*

gracilis); así como Buffel (*Cenchrus ciliaris*), Común o T4464 y Rhodes (*Chloris gayana*), variedad Bell. Se eliminaron brácteas accesorias (glumas, lema, palea, ramillas modificadas y aristas) al utilizar tapete y almohadilla y mediante tamices se separaron en carióspsides grandes (**CG**) y chicos (**Cch**). Se seleccionaron a carióspsides intactos, y se caracterizó para viabilidad para cada TC mediante la técnica de tetrazolio (0.1%; ISTA, 1996). Además se extrajo a 100 embriones de cada TC de cada pasto y se sembró en macetas de 5 L para obtener cinco plántulas de cada pasto y TC por maceta. Se sembró en suelo esterilizado a 1 cm de profundidad y capacidad de campo. La unidad experimental consistió de una planta completa y se regó cada 72 horas con 3 L de agua por maceta y no fertilizó. Todos los muestreos fueron destructivos, realizándose a 20, 40, 60, 80, 100 y 120 días después de siembra (dds). En cada fecha de muestreo se lavó a raíces expuestas con agua corriente y se separó a raíces de cada planta. Se separó cada planta en hoja, tallo, raíces, inflorescencia y material muerto (MM) y se secaron en estufa a 55°C, por 48h y se pesó. Los tratamientos consistieron en la combinación de dos pastos nativos o dos introducidos con dos TC y las variables fueron proporción embrión:endospermo, tasa de crecimiento de hojas, raíces y biomasa total de acuerdo con Pérez *et al.* (2007). Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 15 repeticiones. La información se analizó con GLM de SAS (2003).

RESULTADOS

La Tasa de Crecimiento (TCR) de hojas, raíces y biomasa total para pastos nativos e introducidos, se ajustaron a un modelo polinomial de tercer orden, de la forma: $y=a+bx+cx^2+dx^3$. Las curvas ajustadas de crecimiento de hojas en pastos nativos tuvieron coeficientes de determinación mayor a 87% (Figura 1a) y en pastos introducidos, mayor a 90% (Figura 1b). Las curvas de la TCR sufren desaceleración a 80 dds en pastos introducidos y también en Banderita, suceso observado por no emitir nuevos vástagos, posteriormente la TCR se incrementa en Banderita a 120 dds, mientras en exóticos ya no es positiva. El TC y embrión fue fundamental para el crecimiento de hojas de pastos nativos, mientras en introducidos el crecimiento fue importante en Rhodes hasta 40 dds y en Buffel hasta 100 dds.

Figura 1. Tasa de crecimiento de hojas de dos pastos nativos (a) y dos introducidos (b).



La TCR de raíces en los cuatro pastos presentan siempre crecimiento gradual desde la siembra hasta 120 dds lo que no coincide con la disminución o aumento de área foliar. Las curvas ajustadas tuvieron coeficientes de determinación mayores de 92% en pastos nativos (Figura 2a) y mayor a 94% en pastos exóticos (Figura 2b). En los cuatro pastos el TC y embrión en pastos nativos y Buffel siempre fue importante para desarrollar el área radicular, mientras en Rhodes lo fue hasta 80 dds.

Las curvas ajustadas de TCR de biomasa total en pastos nativos tuvieron coeficientes de determinación mayores a 83% (Figura 3a) y en pastos introducidos mayores a 85% (Figura 3b). En pastos nativos el crecimiento siempre fue continuo para Navajita sembrada con ambos TC, mientras que Banderita en plantas sembradas en ambos TC tuvieron un primer máximo de crecimiento hasta 80 dds y aumentaron al emitir nuevos vástagos, ya que las raíces siempre tuvieron crecimiento. Los pastos exóticos mostraron crecimiento máximo hasta 80 dds y posteriormente disminuyó por no renovar los tallos.

DISCUSIÓN

La tasa de crecimiento de biomasa total fue nueve veces mayor en pastos exóticos que pastos nativos, como fue advertido por Gómez *et al.* (2007). El TC y embrión fue importante durante el periodo de estudio en pastos nativos para desarrollar hojas, raíces y biomasa total, mientras que para pastos introducidos lo fue de manera parcial, por lo anterior, mayor TCR es esencial para un buen establecimiento y llenado de grano (López-Castañeda *et al.*, 1996). Del mismo modo Moles y Westoby (2004), mencionan que mayor TCR intra-especie influye en desarrollar raíces incrementa la eficiencia para absorber agua y nutrientes; lo que en condiciones de temporal ayudará a sobrevivir durante sequía interestival. Las curvas de crecimiento aumentan debido a la influencia de la emisión de nuevos vástagos, efecto visto en pastos nativos Arredondo *et al.* (2005). La TCR en pastos introducidos fue lenta al inicio de 20-60 dds y se incrementó de 61-80 dds para después disminuir (81-120 dds); ya que las primeras hojas senescieron y no renovaron sus tallos, por lo cual, Isahag y Denett (1998), mencionan que altas TCR ocurren en hojas jóvenes que están en la parte superior del dosel.

Figura 2. Tasa de crecimiento de raíces de dos pastos nativos (a) y dos introducidos (b)

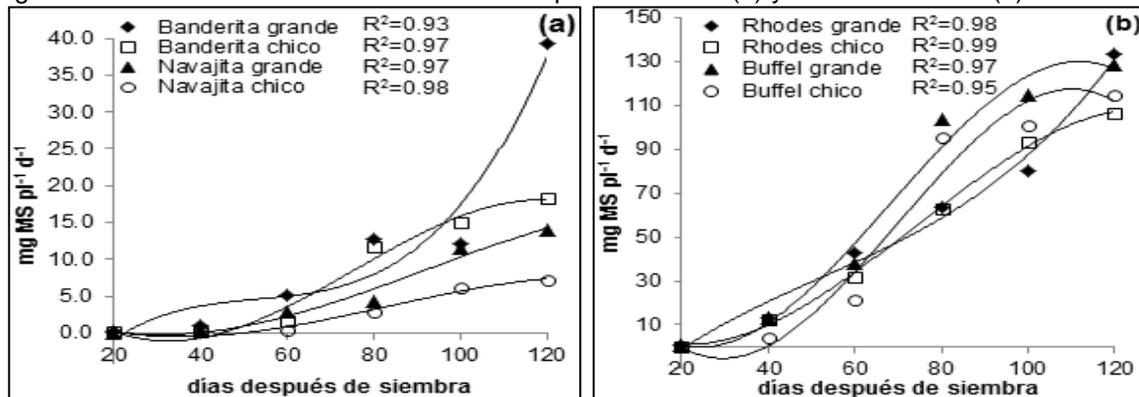
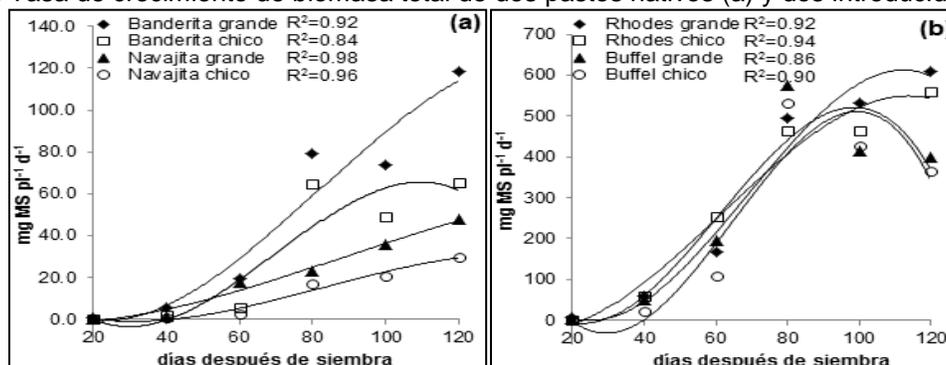


Figura 3. Tasa de crecimiento de biomasa total de dos pastos nativos (a) y dos introducidos (b)



CONCLUSIONES

En pastos nativos la tasa de crecimiento de hojas, raíces y biomasa total fue influenciada por el tamaño de cariósides y tamaño de embrión, mientras en pastos exóticos fue de manera parcial. En pastos nativos la tasa de crecimiento de hojas y biomasa total presentan incremento gradual con tres fases bien definidas: crecimiento lento, crecimiento exponencial y menor crecimiento (efecto menos notorio en Navajita). En pastos introducidos fueron cuatro fases: crecimiento lento, crecimiento exponencial, desaceleración y estabilidad. Dichas etapas fisiológicas concuerdan con la fenología del cultivo y son diferentes de acuerdo a la emisión de vástagos. Mayor tasa de crecimiento se observó a mayor tamaño de cariósido y mayor proporción embrión: endospermo en cada muestreo, tanto en pastos nativos y Buffel, pero en Rhodes el efecto fue de manera parcial, lo que en campo permitirá sobrevivir a sequía interestival y establecerse con mayor éxito.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece a las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su valioso apoyo para la realización de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Arredondo, M.T., E. Hubber-Sanwald, E. García M., M. García O., G.A. Aguado S. 2005. Selección de germoplasma de zacate Navajita con diferente historial de uso en Jalisco, México. *Téc Pec Méx.* 43: 371-385.
- Gómez, de la F. E., H. Díaz S., A. Saldívar F., F. Briones E., V. Vargas T. y W.E. Grant W.E. 2007. Patrón de crecimiento de pasto buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) Sin. *Cenchrus ciliaris* L.] en Tamaulipas, México. *Téc Pec Méx.* 45:1-17.
- Hunt, R. 2003. Growth analysis, individual plants. In: B. Thomas, D.J. Murphy and D. Murray (eds.). *Encyclopedia of applied plant sciences*. Academic Press, London. pp: 588-596.
- Isahag, K.H.M. and M.D. Dennet. 1988. Use of the exponential growth model to analyse the growth of faba bean, peas and lentils at three densities: Fitting the model. *Ann. Bot.* 82:497-505.
- International seed testing association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. *Seed Sci. and Technology.* 24, Supplement. 243 p.
- Kneebond, W.R. and C.L. Cremer. 1955. The relationship of seed size to seedling vigor in some native grasses species. *Agron J.* 47: 472-477.
- Lee, J.H. Heuvelink E. 2003. Simulation of leaf area development based on dry matter partitioning and specific leaf area for cut Crysanthemum. *Ann Bot.* 91: 319-327.
- López-Castañeda C, R.A. Richards, G.D. Farquar. and R.E. Williamson. 1996. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor among temperate cereals. *Crop Sci.* 36, 1257-1266.
- Moles, A.T. and M. Westoby. 2004. Seed mass and seedling establishment after fire in Ku-ring-gai Chase National Park, Sydney. *Austral Eco.* 29: 383-390.
- Ortiz, S.C. 1997. Colección de Monolitos. Depto. Génesis de Suelos, IRENAT. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. México. 17 p.
- Pérez A., J.A., E. García M., J.F. Enríquez Q. A.R. Quero C., J. Pérez P y A. Hernández G. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (*Brachiaria* híbrido cv). *Téc Pec Méx.* 42: 447-458.
- Statistical Analysis System (SAS). 2003. SAS Institute Inc., version 9.1.3 Microsoft Windows, Cary NC.

ESTABLECIMIENTO Y DESARROLLO INICIAL DE DIFERENTES CULTIVARES DE *Pennisetum purpureum* EN EL TRÓPICO VERACRUZANO

ESTABLISHMENT AND INITIAL DEVELOPMENT OF DIFFERENT CULTIVARS OF *Pennisetum purpureum* IN TROPICAL VERACRUZ

Francisco Enrique Cab Jiménez¹, Javier Francisco Enríquez Quiroz¹, Isaías López Guerrero¹,
Daniel Martínez Méndez²

¹INIFAP-C. E. "La Posta". km 22.5. Carretera Federal Veracruz-Córdoba, Paso del Toro. Medellín de Bravo. Ver. cab.francisco@inifap.gob.mx. ²Colegio de Postgraduados. Campus-Montecillo. Carretera México-Texcoco km. 36.5. Motecillo, Texcoco, Estado de México.

RESUMEN

El estudio se realizó en el C. E. Cotaxtla del INIFAP El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento de los cultivares CT-115, Maralfalfa, MO-22 y Taiwan, sembrados a 0.60, 0.90 y 1.20 m de distancia entre surcos, en un diseño en bloques al azar con un arreglo factorial 4 x 3, con tres repeticiones. durante los primeros cinco meses de establecimiento. Se midió el número de macollos, número de tallos, altura y rendimiento de forraje. Hubo diferencias ($P \leq 0.05$) en el número de macollos en enero el CT-115 obtuvo el mayor valor con 35613 macollos ha^{-1} , los valores fueron disminuyendo conforme paso el tiempo, sin haber diferencias para el quinto mes de evaluación. CT-115 tuvo mayor número de tallos por macollo en el primer mes con 13 tallos macollo⁻¹ y para mayo los menores valores para OM-22 y Taiwan con 7 y 8 tallos macollo⁻¹, respectivamente. La distancia de siembra afectó la altura de las plantas en el último mes, para la distancia de 0.60 m fue de 2.5 m y para 1.20 m de 2.7 m. En rendimiento, Maralfalfa fue el más productivo con 83017 kg MV ha^{-1} y 21442 kg MS ha^{-1} , no habiendo diferencias en distancia de siembra. Se concluye que la distancia entre surcos no afecta el rendimiento inicial en los genotipos evaluados y que el cultivar CT-115 tiene una formación inicial alta de macollos y es menor en los cultivares Taiwan, OM-22 y Maralfalfa.

Palabras clave: *Pennisetum*, siembra, establecimiento, distancia entre surcos.

ABSTRACT

The study was conducted in the C. E. INIFAP Cotaxtla The objective of this study was to evaluate the behavior CT-115, Maralfalfa, MO-22 and Taiwan, planted at 0.60, 0.90 and 1.20 m row spacing in a randomized block design with 4 x 3 factorial arrangements with three replications during the first five months after establishment. We measured the number of tillers, number of stems, height and forage yield. There were differences ($P \leq 0.05$) in the number of tillers in January the CT-115 had the highest value tillers 35613 ha^{-1} , the values were decreasing as time went on, without having differences for the fifth month of evaluation. CT-115 had a greater number of stems per cluster in the first month with 13 stems tiller⁻¹ and for May the lowest values for OM-22 and Taiwan with 7 and 8 stems tiller⁻¹, respectively. The planting distance affect plant height, in the last month, for 0.60 m rows was 2.5 m to 1.20 m rows of 2.7 m. The yield, the most productive was Maralfalfa with MV 83017 kg ha^{-1} and 21442 kg DM ha^{-1} , with no differences in planting distance. We conclude that the row distance not affecting the initial yield in four genotypes and the cultivar CT-115 is better initial yield of tillers than Taiwan, OM-22 and Maralfalfa.

Keywords: *Pennisetum*, sowing, planting, row spacing.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la especie *Pennisetum purpureum* existe una diversidad de cultivares, las cuales son difíciles de diferenciar, ya que tienen características similares a simple vista. Una forma de diferenciar a los cultivares ha sido mediante su morfología, relación hoja-tallo, número tallos por macollo, inflorescencia, altura, presencia de vellosidades en las hojas, etc; y sus características agronómicas. Dentro de este último punto, la productividad es diferente entre los mismos cultivares, siendo también afectados por las condiciones climáticas y edáficas (Herrera, 2009). En México, en los últimos años, ha tenido impacto la utilización de diferentes cultivares de la especie *P. purpureum* como: Maralfalfa, Taiwan, King grass, CT-115 y morado. Aún falta información sobre cuestiones botánicas y taxonómicas, que pudieran ayudar a identificar mejor los cultivares. Por lo tanto, es necesario realizar trabajos que muestren las propiedades que tiene en diferentes áreas. El objetivo del presente estudio fue evaluar el establecimiento de cuatro variedades de *Pennisetum purpureum* midiendo durante los primeros meses posteriores a la siembra algunas variables morfológicas de los cultivares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental. El estudio se realizó en el Campo Experimental Cotaxtla del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, en el municipio de Medellín de Bravo, Veracruz. El clima de la región es clasificado como Aw₁ de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificado por García (1988), con clima cálido subhúmedo, lluvias en verano y una precipitación media anual de 1300 mm, y una temperatura media de 25 °C.

Tratamientos y diseño experimental. Se evaluaron cuatro cultivares de *P. purpureum* (CT-115, Maralfalfa, OM-22 y Taiwan) establecidos a tres distancias entre surcos (0.60, 0.90 y 1.20 m). Resultando un factorial 4 x 3. Se utilizó un arreglo en bloques al azar con tres repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 23.4 m². Los datos se analizaron con el procedimiento GLM del programa SAS (2002).

Establecimiento y manejo de la pradera. La preparación del terreno se hizo con un barbecho y dos pasos de rastra y posteriormente se realizó el surcado en base a la distribución de los tratamientos. El manejo del material vegetativo se cortó un día anterior a la siembra, los tallos se cortaron a 30 cm del nivel de suelo, posteriormente fueron despuntadas y se eliminaron las hojas quedando desnudo el tallo; la siembra se realizó a cordón corrido el 17 de diciembre del 2011. Se fertilizó el 18 de Abril de 2012, con 167 kg de Urea ha⁻¹ y 134 kg de superfosfato triple ha⁻¹, y posteriormente se aplicó riego rodado, una semana después de la aplicación.

Variables evaluadas. Número de macollos se contabilizó el número de macollos presentes en dos hileras de 6 m de cada parcela. Número de hijatos. Se tomaron al azar seis macollos en cada parcela y en cada uno se contó el número de tallos presentes. Altura de plantas. Se midió con un estadal de tres metros de altura con el que se realizaron seis lecturas al azar en cada parcela. Producción de biomasa. Se cortaron las hileras centrales de cada parcela a los seis meses después de la siembra, quedando solo las orillas. Se pesó el material verde y se tomó una submuestra de 1 kg, para secarlo en estufa de aire forzado, a 55°C hasta peso constante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de macollos y tallos. Existió diferencia (P<0.05), en el número de macollos (Cuadro 1). En enero la mayor cantidad lo presentó el cv. CT-115 y Taiwan con 35613 y 33784 macollos ha⁻¹, el más bajo OM-22 con 26828 macollos ha⁻¹. En febrero nuevamente el cv. Taiwan presentó el mayor número con 45370 macollos ha⁻¹, de manera general para los cultivares en los siguientes meses la cantidad de macollos fue disminuyendo, aunque el cultivar Taiwan fue el que presentó la mayor cantidad de macollos hasta abril y mayo. Al momento de comparar el efecto de distancia entre surcos, fue estadísticamente significativa, la mayor cantidad de macollos fue para la siembra a

0.60 m durante todos los meses y la menor a 1.20 m. La variable número de tallos por macollo, presento una tendencia similar al número de macollos en su comportamiento durante los meses de evaluación, el CT-115 en enero tuvo 13 tallos en promedio por macollo. Para el mes de mayo OM-22 y Taiwan presentaron los menores números con 8 y 7 tallos macollo⁻¹, respectivamente. En un trabajo realizado por Zhang *et al.* (2010), donde evaluaron 16 líneas provenientes de pasto elefante, un pasto morado y un híbrido, a 60 cm entre hileras, cinco meses después del establecimiento, el número de tallos vario de entre 10 y 18 tallos planta⁻¹ en más del 50% del grupo, los mayores valores para el resto fueron de 28 a 48 tallos por planta, los primeros datos concuerdan con los obtenidos en este trabajo a la misma distancia entre hileras, aunque el número de macollos o plantas fue menor ya que este fue de 1 m entre plantas, estas diferencias pueden deberse a factores del ambiente que determinan el comportamiento de los cultivos como la humedad y temperatura (Madakadze *et al.*, 2003), por lo que hay que considerar que los datos de este estudio, fueron obtenidos en la época invernal y seca del año, y que posiblemente durante las lluvias estos valores se incrementen sustancialmente.

Cuadro 1. Numero de macollos presentes en diferentes cultivares de *Pennisetum purpureum* en el trópico veracruzano.

Cultivares	Número de macollos ha ⁻¹				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
CT-115	35613a	36871b	21747ab	24288ab	14625 Ab
Maralfalfa	31885a	34877bc	24668a	24834ab	13343 Ab
OM-22	26828b	29155c	18234b	22056b	12179 B
Taiwan	33784a	45370a	23267a	26472a	16382 A
Distancia de siembra					
60	46261a	52457a	33761a	35577a	19551A
90	27920b	33049b	18234b	21795b	13818B
120	21902c	24199c	13943c	15866c	9028C

Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre si (Duncan, P<0.05)

Altura. Durante el primer mes no hubo diferencias (P<0.05) de esta variable, con promedio de 0.23 m (Figura 1), a partir del mes de febrero los cultivares CT-115, Maralfalfa y Taiwam con 0.90, 0.96 y 0.83 m de altura fueron superiores (P<0.05) a OM-22 con 0.56 m de altura. En marzo CT-115 y Maralfalfa se mantuvieron con las mayores alturas (1.6 y 1.7 m). Las distancias de siembra fueron diferentes en el primer mes de establecimiento, el mayor valor se dio 0.60 m (0.24 m) y el menor 1.20 m (0.22 m), para los meses de febrero, marzo y abril fueron iguales, pero diferentes en mayo para 0.60 m (2.5 m) y 1.20 (2.7 m). Estos valores concuerdan con los obtenidos por Zhang y colaboradores (2010), cuando evaluaron un grupo de pastos del mismo género, después de cinco meses la altura varió de 1.0 a 3.70 m, y el promedio fue de 2.75 m. Padilla y Curbelo (2005) evaluaron dos métodos de siembra en CT-115 sembrado a vuelta de arado y surco y tapado con cultivador, a una distancia de 0.90 m entre hileras a los tres meses la altura era de 1.8 y 1.7 m, respectivamente, para los seis meses estos valores fueron de 2.0 y 1.6 m, estos valores son similares a los encontrados en este trabajo para CT-115 a los tres meses. El OM-22 ha presentado alturas de 0.42 cm a los tres meses de edad, este valor es bajo respecto al encontrado en el presente estudio, debido a que Miranda-Leyva *et al.* (2012) señalan que los cortes se realizaban al ras del suelo, lo que probablemente afecto la recuperación del pasto.

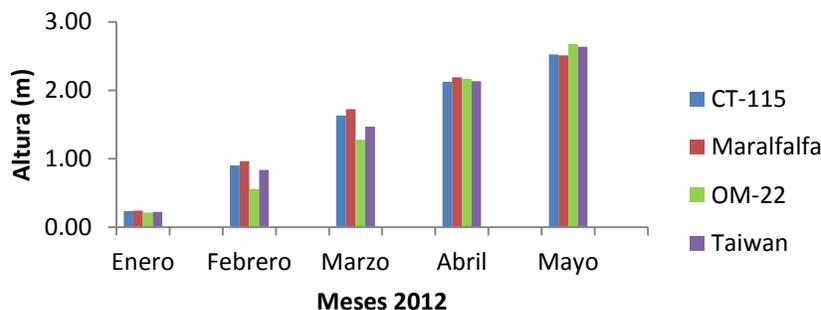


Figura 1. Alturas de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum* a diferentes edades después de establecido en el trópico veracruzano.

Rendimiento de materia seca. Se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre los cultivares durante el primer corte después del establecimiento (Cuadro 2). Pero no en la distancia de siembra, siendo iguales para 0.60, 0.90 y 1.20 m entre hileras. El cv. Maralfalfa fue el más productivo con $83017 \text{ kg MV ha}^{-1}$ y el menor rendimiento lo presentó cv. Taiwan con $71571 \text{ kg MV ha}^{-1}$. Los valores de Taiwan son inferiores a los reportados por Araya y Boschini (2005) con $80548 \text{ kg MV ha}^{-1}$ a una edad de cuatro meses y medio, así mismo reportan un rendimiento de $86938 \text{ kg MV ha}^{-1}$ para King Grass, estos valores son similares al obtenido para Maralfalfa. En rendimiento de materia seca hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los cultivares, Maralfalfa fue el que tuvo el mayor valor ($21442 \text{ kg MS ha}^{-1}$) y el menor OM-22 ($17243 \text{ kg MS ha}^{-1}$). Los resultados aquí presentados de MS son de cinco meses, ya que Trejo *et al.* (2013) presentan rendimientos para OM22 y CT-115 de 112 y $80 \text{ ton MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, superiores a los obtenidos en el presente trabajo, esto debido a que aplicaron $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y son el resultado acumulado de un año, y en este estudio solo se tuvo el rendimiento de los primeros 6 meses (en la época de invierno y seca) de desarrollo y durante el establecimiento de los pastos.

Cuadro 2. Rendimiento de cuatro pastos de *Pennisetum purpureum* en el trópico veracruzano.

Variedades	kg MV ha ⁻¹	kg MS ha ⁻¹	Distancia de siembra	Kg MV ha ⁻¹	Kg MS ha ⁻¹
CT-115	76198ab	19446ab	0.60	80582	19732
Maralfalfa	83017a	21442a	0.90	76061	19049
OM-22	74008ab	17243b	1.20	71952	19285
Taiwan	71571b	19290ab			

MV= Materia verde; MS= Materia seca; Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre sí (Duncan, $P < 0.05$).

CONCLUSIONES

El número de macollos disminuyó al aumentar la edad del pasto durante el establecimiento, al mes de establecido había 32000 macollos y a los cinco meses a 11600 macollos. La mayor densidad de tallos se obtiene con siembras en surcos de 0.60 m y disminuye al aumentar la distancia entre surcos. La distancia entre surcos no afectó la producción de biomasa de los cultivares Maralfalfa, Taiwan, OM-22 y CT-115. La producción de biomasa fue similar para los cultivares Maralfalfa, CT-115 y Taiwan, el cultivar OM-22 produjo menos biomasa.

LITERATURA CITADA

- Araya M. M. y Boschini F. C. (2005). Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*. 16(1):37-43.
- García E. (1988). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Cöppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4 Edición. Ed. México. 217 p
- Herrera R. S. (2009). Mejoramiento de *Pennisetum purpureum* en Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 43(4):345-349.
- Madakadze I. C., Stewart K. A., Madakadze R. M. y Smith D. L. (2003). Base temperatures for seedling growth and their correlation with chilling sensitivity for warm-season grasses. *Crop Sci*. 43:874-878.
- Miranda-Leyva M., Ayala-YerA J. R. y Diez-Nuñez J. (2012). Evaluación agroproductiva del cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en un suelo pardo en el periodo seco. *Innovación Tecnológica*. 18(3):1-11.
- Padilla C. y Curbelo F. (2005). Dos métodos de plantación en el establecimiento de yerba elefalte CT-115 (*Pennisetum purpureum*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 39(2):219-222.
- Trejo O. R., Solís J. R. C. y Vera F. J. D. (2013). Producción de tres variedades de *Pennisetum purpureum* fertilizadas con dos diferentes fuentes nitrogenadas en Yucatán, México. *Bio Ciencias*. 2(2):60-68.
- SAS. (2002). SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.
- Zhang X., Gu H., Ding Ch., Zhong X., Zhang J. y Xu N. (2010). Path Coefficient and cluster analyses of yield and morphological traits in *Pennisetum purpureum*. *Tropical Grasslands*. 44:95-102.

COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y MATERIA SECA EN HÍBRIDOS DE MAÍZ CON DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA

COMPONENTS OF GREEN FORAGE YIELD AND DRY MATTER IN MAIZE HYBRIDS WITH DIFFERENT PLANTING DATES

Ulises Santiago López^{1*}, Norma Santiago López², Elizabeth Santiago López³, Guadalupe Santiago López⁴, Filogonio Jesús Hernández Guzmán¹, Mauricio Velazquez Martínez¹, José Alfredo Hernández Maruri¹

¹INIFAP – CIRNE – C. E. San Luis. ²Colegido de Posgraduados, *Campus* Montecillo. ³Maestría en Ciencias en Suelos, Instituto Tecnológico de Torreón. ⁴Posgrado en Ciencias Agrarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. santiago.ulises@inifap.gob.mx

RESUMEN

El manejo agronómico en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) y la selección de genotipos con alta productividad son factores importantes para obtener altos rendimientos y forraje de buena calidad. El objetivo del presente estudio fue determinar el potencial de producción de forraje verde, materia seca y contenido de fibra en ocho híbridos élite de maíz en diferentes fechas de siembra y bajo condiciones de riego, en la región Lagunera de Coahuila. En el año 2010 se evaluaron los híbridos: Rio Grande, Arrayan, Genex 778, Narro 2010, Advance 2203, DAS 2358, P4082W, HT9150W de los cuales, cuatro son de ciclo intermedio y el resto de ciclo precoz. La siembra temprana (STe) se realizó el 4 de mayo y la tardía (STa) el 1 de julio. La cosecha se efectuó cuando el grano presentó 1/3 de avance de línea de leche. Se midió rendimiento de forraje verde (FV), materia seca (MS) y sus componentes de rendimiento: peso de planta (PP) y elote (PE), floración masculina (FM) y femenina (FF), altura de planta (AP) y mazorca (AM), así como la calidad forrajera en base al contenido de fibra detergente neutra (FDN) y acida (FDA). Los rendimientos de FV y MS obtenidos en fecha de STe fueron de 85,152 y 21,453 kg ha⁻¹ para cada uno, significativamente (P≤0.01) superiores a los obtenidos en fecha de STa donde se alcanzaron rendimientos de FV y MS de 51,283 y 13,668 kg ha⁻¹. Con respecto a la calidad forrajera, el menor contenido de FDN y FDA se obtuvo en STa con valores de 46 y 23 %. El híbrido Rio Grande obtuvo la mejor respuesta en rendimiento de FV (75,637 Kg ha⁻¹) y MS (20,604 Kg ha⁻¹), además de contenidos aceptables de FDN y FDA con valores de 53 y 30 % respectivamente.

Palabras clave: *Zea mays* L., forraje verde, materia seca, calidad forrajera.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el cereal que se ubica después del trigo y el arroz, como el tercer cultivo de mayor importancia en varios sectores de la economía mundial. Lo anterior se atribuye a que en países industrializados el maíz se emplea principalmente como: forraje, materia prima para la producción de alimentos procesados y recientemente para la producción de etanol (Colín y Morales, 2011). Reta *et al.*, (2007) mencionan que la producción de dos millones de toneladas de leche de bovino por año en la región Lagunera de México implica una alta demanda de forraje de calidad. El maíz forrajero es considerado como uno de los cultivos más importantes en esta región, debido a su alta productividad (Núñez *et al.*, 2003; Santamaría *et al.*, 2008) y alto valor energético (Goodrich y Meiske, 1985). La selección de híbridos en base a características nutritivas y de producción es fundamental para obtener mejores resultados (Hunt *et al.*, 1992; Ruiz *et al.*, 2006). Existen suficientes evidencias de la importante diferencia que existe entre los híbridos, con respecto a: rendimiento, contenido de proteína, FDN y FDA así como la digestibilidad de la materia seca (Allen *et al.*, 1995; Núñez *et al.*, 2001). Olague *et al.*, (2006) indican que un maíz de alta calidad forrajera es aquél que presenta valores de FDA de 25 a 32 % y FDN de 40 a 52 %. Núñez

et al., (2001) señalan que los híbridos precoces presentan menor rendimiento por unidad de superficie que los híbridos de ciclo intermedios o tardíos, pero tienen mayor digestibilidad de la materia seca. En la Comarca Lagunera de Coahuila durante los últimos cinco años se sembraron 11 mil 956 ha de maíz para FV en condiciones de riego, con un rendimiento promedio de 45.59 t ha⁻¹ (SIAP, 2013). Estos rendimientos son bajos, pues el potencial de producción de FV en algunas áreas de México en condiciones de riego, superan las 70 t ha⁻¹ de FV y 20 t ha⁻¹ de MS (Peña *et al.*, 2010). Por tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar el potencial de producción de forraje verde, materia seca y contenido de fibras en ocho híbridos élite de maíz en diferentes fechas de siembra y bajo condiciones de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron ocho híbridos comerciales de maíz mediante dos experimentos en el año 2010 (Cuadro 1). La evaluación se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN) Unidad Laguna ubicada en Torreón, Coahuila, México, municipio que forma parte de la Comarca Lagunera, localizada geográficamente entre 24° 30' y 27° 00' N y entre 102° y 105° O, a 1120 msnm. El clima es seco, la temperatura media durante el ciclo del cultivo (abril a noviembre) fue de 25 °C, con una precipitación media de 251 mm. La STe se realizó el 4 de mayo y 1 de julio la STa.

Los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente, bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, cada parcela experimental consistió de 4 surcos (15 cm entre plantas y 75 cm entre surcos) de 4 m de longitud con una densidad de 88 mil 888 plantas/ha. La parcela útil fue un surco de 3 m de longitud en el centro de cada parcela experimental.

Las labores de cultivo realizadas en el experimento, fueron las convencionales que se realizan en la región. Los riegos fueron aplicados por medio de un sistema de tubería por multicompuertas, dando un total de 4 riegos de auxilio durante la etapa fenológica de cada cultivo, con una lámina de 60 cm por ciclo. Para la STe los riegos se aplicaron a los 16, 34, 52 y 78 días después de la siembra (dds) y a los 21, 41, 59 y 80 dds para la STa. Los dos experimentos recibieron la misma dosis de fertilización: 150-80-00 (N, P, K), se utilizó Urea CO (NH₂)₂ como fuente de nitrógeno (N) y Fosfato Monoamónico NH₄H₂PO₄ MAP como fuente de fósforo (P₂O₅); la fertilización se llevó a cabo aplicando el 50 % de N y el total de P₂O₅ durante la siembra, completando la dosis de N antes del segundo riego de auxilio. El manejo integrado de plagas se realizó de acuerdo a lo recomendado por Nava y Ramírez (2002). El control de malezas en los dos experimentos se efectuó químicamente en etapa inicial de cada siembra con el herbicida agrícola suspensión acuosa PRIMAGRAM GOL[®] (Atrazina + S-Metolaclor) con una dosis de 5 L ha⁻¹ y posteriormente se realizó de manera mecánica.

Cuadro 1. Híbridos élite de maíces forrajeros evaluados durante los experimentos.

Híbridos	Empresa	Ciclo biológico
Río Grande	Avante(VMV)	Intermedio
Arrayan	Agribiotech	Intermedio
Genex 778	Genex	Intermedio
Narro 2010	UAAAN	Intermedio
Advance 2203	Syngenta	Precoz
DAS 2358	Dow	Precoz
P4082W	Pionner	Precoz
HT9150W	Agribiotech	Precoz

Las variables evaluadas fueron: peso de planta (PP) y elote (PE), floración masculina (FM) y femenina (FF), altura de planta (AP) y mazorca (AM), rendimiento de FV y MS; así como el

contenido de FDN y FDA para dictaminar la calidad forrajera. La cosecha de la parcela útil se realizó cuando el grano presentó 1/3 de avance de línea de leche (Núñez *et al.*, 2001), a las cuales se les midió el peso fresco total para determinar rendimiento de FV. Se tomó una muestra al azar de tres plantas completas, se pesaron, picaron y mezclaron; luego se tomó una submuestra de 1 Kg que se secó a 60 °C hasta alcanzar peso constante. Con estos datos se calculó el rendimiento de MS. Las muestras secas de las cinco plantas se molieron en partículas de 1 mm de diámetro con un molino Willey y en ellas se determinó el contenido de FDN y FDA mediante el procedimiento descrito por Van Soest *et al.* (1991).

Los datos se analizaron en el programa estadístico SAS System (SAS Inst., 1985) mediante el procedimiento de análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental utilizado ($P \leq 0.01$ y $P \leq 0.05$). La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para rendimiento de FV, MS, contenido de FDN y FDA el análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre fechas de siembra y genotipos, más no para la interacción entre ambos. Para los componentes de rendimiento también se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre fechas de siembra y genotipos, mientras que para la interacción de ambos (fechas de siembra*genotipo) únicamente hubo significancia en el PE, FM, AP y AM. Los mayores rendimientos de FV y MS se obtuvieron en STe, superando a la STa con una diferencia de 33,869 y 7,785 kg ha⁻¹ de FV y MS respectivamente. El rendimiento promedio de MS obtenido en STa (13,668 kg ha⁻¹) coincide con lo reportado por Peña *et al.*, (2006) quienes obtuvieron 13,40 kg ha⁻¹ al evaluar la estabilidad forrajera de siete híbridos comerciales de maíz con diferente adaptación, y apoya las aportaciones de Reta *et al.*, (2000) quienes indican que las STa en la región Laguna de Coahuila generalmente no son tan productivas como las STe, probablemente porque en las primeras etapas de desarrollo ocurren temperaturas muy altas que reducen el área foliar de la planta y el crecimiento del cultivo, lo que afecta principalmente la acumulación de materia seca (Cuadro 2; Cuadro 3).

El retraso en la FM en STe y precocidad en STa está influenciada por las unidades calor (UCA) que logre acumular el cultivo hasta esa etapa. Lo anterior se debe a que en STe la floración masculina se presentó a los 74 dds con una acumulación de 1,358 UCA hasta ese momento, para esos mismos dds pero en la STa ya acumulaba 39 UCA más que en STe con 1,396 UCA situación que justifica la precocidad en la floración masculina en el STa, que en este caso se presentó a los 68 dds con un valor de 1,233 UCA.

Cuadro 2. Rendimiento de forraje verde, materia seca y sus componentes en híbridos élite de maíz, evaluados en diferentes fechas de siembra.

Ciclos	Variables									
	FV	MS	PP	PE	FM	FF	AP	AM	FDN	FDA
	Miles de kg ha ⁻¹				días		cm		%	
STe	85.15 a	21.45 a	55.14 a	30.01 a	74 a	77a	232a	119a	63 a	39 a
STa	51.28 b	13.67 b	33.42 b	17.87 b	66 b	68b	195b	101b	46 b	23 b
MEDIA	68.22	17.56	44.28	23.94	70	73	213	210	54	31

FV, MS = Rendimiento de forraje verde y materia seca; PP, PE = Peso de plantas y elotes en verde; FM, FF = Floración masculina y femenina; AP, AM = Altura de planta y mazorca; FDN, FDA = Contenido de fibra detergente neutra y acida. Para cada variable dentro de cada columna, medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales ($P \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.

En cuestión de calidad forrajera en base al contenido de fibras los porcentajes más aceptables de FDN y FDA se obtuvo en la STa, con valores de 46 % de FND y 23 % de FDA, datos que comparados con los parámetros de calidad de forraje indicado por Olague *et al.*, (2006) se encuentra dentro del rango para FDN (40-52 %) y FDA (25-32 %). El menor contenido de fibras en STa posiblemente se debe al mayor peso de las hojas y menor peso del tallo, por efecto de la distribución de biomasa, Coors y Lauer., (2001) indican que en algunos híbridos la calidad del tallo y hojas contribuye también de manera importante en la calidad total de la planta.

Cuadro 3. Rendimiento de forraje verde, materia seca y sus componentes, en híbridos élite de maíz, evaluados en diferentes fechas de siembra.

Híbridos	Variables									
	FV	MS	PP	PE	FM	FF	AP	AM	FDN	FDA
	Miles de kg ha ⁻¹				días		cm		%	
Rio Grande	75.64a	20.60a	48.16a	27.48 ^a	74a	76b	213bc	105c	53 b	30 b
Genex778	74.56a	18.41a	49.22a	25.36ab	65b	69c	211c	116 ^a	58 a	34 a
P4082W	73.77ab	18.86a	48.82a	24.96b	74a	76b	222a	117 ^a	57 ab	37 a
HT9150W	71.64ab	17.17b	46.27a	25.37ab	75a	78a	212bc	106c	52 d	30 b
DAS 2358	68.00bc	16.68b	41.19b	26.78ab	75a	78a	210cd	115 ^a	52 d	29 c
Narro 2010	67.30bc	19.10a	46.47a	20.82c	67b	69c	218ab	115 a	55 b	30 b
Arrayan	66.03c	16.40b	44.78ab	21.25c	67b	69c	218ab	110bc	56 ab	31ab
Advance2203	48.82d	13.26c	29.34c	19.47c	65b	68c	204d	99 d	50 d	27 c
MEDIA	68.22	17.56	44.28	23.94	70	73	213	210	54	31
CV	8.1	14	9.6	8.7	2	1.3	2.6	3.9	7.9	13.5

FV, MS = Rendimiento de forraje verde y materia seca; PP, PE = Peso de plantas y elotes en verde; FM, FF = Floración masculina y femenina; AP, AM = Altura de planta y mazorca; FDN, FDA = Contenido de fibra detergente neutra y ácida; CV = Coeficiente de variación. Para cada variable dentro de cada columna, medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.

CONCLUSIONES

De los ocho híbridos evaluados, el mayor rendimiento de FV y MS se observó en fecha de STe, mientras que el más bajo se obtuvo en fecha de STa y la mejor calidad de forraje evaluada por medio del contenido de FDN y FDA, se obtuvo en STa.

LITERATURA CITADA

- Allen M, Ford S., Harrison J, Hunt C, Lauer J, Muck R, Soderlund S, (1995). Corn silage production, management and feeding. Am Soc of Agron. Pp 1-41.
- Colín S A y Morales J M, (2011). ESTADÍSTICA: La productividad y competitividad del cultivo de maíz en el Estado de México. Adscritos a la Dirección General de Estudios y Publicaciones, Procuraduría Agraria. Estudios agrarios. Pp. 125.
- Coors J G, J G Lauer, (2001). Silage corn: In: Specialty corns. A R Hallauer(ed). 2nd ed. CRC, Press. Boca Ratón FL. pp:347-392.
- Goodrich R D and Meiske J C, (1985). Corn and sorghum silages. In: Heath, M. E.; Barnes, R. F. and Metcalfe, D. S. (eds.). Forages. The science of Grassland Agriculture. 4th. ed. Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. p. 527-536.
- Hunt C W, Kezar W & Vinande R, (1992). Yield, chemical composition and ruminal fermentability of corn whole plant, ear and stover as affected by maturity. J. Prod. Agric. 5:286.
- Núñez H G, Faz C R, Tovar G M R y Zavala G A, (2001). Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de México. Téc. Pecu. Méx. 39:77-88.
- Núñez H G, Contreras G y Faz C, (2003). Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. Técnica Pecuaria 41: 37-48.

- Olague R J, Montemayor T J A, Bravo S S R, Fortis H M I, Aldaco N R A, Ruiz C E, (2006). Características agronómicas y calidad del maíz forrajero con riego sub-superficial. Técnica pecuaria en México. Vol. 44. No. 003. Pp 351-357.
- Peña R A, González C F, Núñez H G, Tovar G M del R, Preciado O R E, Terrón I A, Gómez M N, y Ortega C A, (2006). Estabilidad del rendimiento y calidad forrajera de híbridos de maíz. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 29. No. especial 2. Chapingo, México. Pp. 109-114.
- Peña R. A., González C. F y Robles E. F J. 2010. Manejo agronómico para incrementar el rendimiento de grano y forraje en híbridos tardíos de maíz. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Vol.1 Núm. Pp. 27-35.
- Reta S D G, Cueto W J A, Gaytán M A y Santamaría C J, (2007). Rendimiento y extracción de nitrógeno, fósforo y potasio de maíz forrajero en surcos estrechos. Agricultura Técnica en México. Vol. 33. Núm. 2. pp . 145-151.
- Reta S D G, A Gaytán M, J S Carrillo A, (2000). Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población. Rev. FitotecMex. 23:37-48.
- Ruiz O, Beltrán R, Salvador F, Rubio H, Grado A y Castillo, (2006). Valor nutritivo y rendimiento forrajero de híbridos de maíz para ensilaje. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 40, núm. 1. pp. 91-96. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- Santamaría C J, Reta S D G, Faz C R y Orona C I, (2008). Reducción del rendimiento potencial en maíz forrajero en calendarios con tres y cuatro riegos. TERRA Latinoamericana. Vol. 26, Núm. 3. Pp. 235-241.
- SIAP, (2013). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Inicio/producción anual/resumen nacional por cultivo. Consultado el 20 de julio del 2013 en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=346.
- Van Soest P J, Robertson J B and Lewis B A, (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3597.

ESTRATEGIAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE GRAMÍNEAS EN LA REVEGETACIÓN DE PASTIZALES

STRATEGIES FOR ESTABLISHMENT OF GRASS IN GRASSLAND REVEGETATION

Raúl Corrales Lerma¹, Carlos Raúl Morales Nieto²

¹Estudiante de Postgrado y ²Profesor Investigador, Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Km 1 Perif. F.R. Almada. C.P 31031, Apdo. Postal 4-28 Chihuahua, Chih., México. Tel. (614) 132-0298 cnieto@uach.mx

RESUMEN

Con el fin de evaluar alternativas en la revegetación de pastizales en condición pobre, se llevaron a cabo dos experimentos; el experimento uno consistió en la resiembra de dos especies nativas (navajita-N y banderita-B) y una introducida (llorón-LI), donde se aplicaron cuatro densidades de siembra: el tratamiento testigo fue del 100% (T"1"), tratamiento dos 125% (T"2"), tratamiento tres 75% (T"3") y tratamiento cuatro 50% (T"4"). Las variables evaluadas fueron densidad de plantas (DP), altura de plantas (AP) y diámetro de macollo (DM). En el experimento dos se utilizó una sola mezcla y se evaluaron diferentes camas de siembra; rehabilitador de agostaderos (CS-1), rastra de discos de 29" de diámetro (CS-2) y Rodillo aereador (CS-3), la variable que se evaluó fue producción de materia seca (MS ha⁻¹). Para el análisis estadístico del experimento uno se ajustó un modelo que incluyó la densidad de siembra y especie como efectos fijos y su interacción, utilizando un factorial 3 x 4 con bloques completamente al azar y cinco repeticiones por tratamiento. Para el experimento dos se realizaron ANOVA y comparación de medias. En ambos experimentos se utilizó el procedimiento GLM de SAS (2004). El número de plantas fue mayor (104) en el zacate llorón ($P \leq 0.001$) con respecto a los zacates banderita y navajita (21 y 17 plantas/m², respectivamente). La altura de plantas fue mayor (14.2 cm) en el zacate llorón ($P \leq 0.001$) con respecto a los zacates banderita y navajita (1.3 y 1.1 cm, respectivamente). El diámetro de macollo en las plantas fue mayor (1.13 cm) en el zacate llorón ($P \leq 0.001$) con respecto a los zacates banderita y navajita (0.82 y 0.76 cm, respectivamente). La producción de forraje en la cama de siembra con rodillo aereador (207 Kg MS ha⁻¹), fue menor ($P < 0.05$) que en la cama de siembra con el rehabilitador de agostaderos y rastra con discos (305 y 389 Kg MS ha⁻¹, respectivamente). El zacate llorón mostró un mejor comportamiento en la emergencia y sobrevivencia, comparado con los zacates navajita y banderita en las variables DS, AP y DM. La cama de siembra preparada con rodillo aereador, resultó ser inferior en su capacidad para la producción de MS ha⁻¹, al compararlas con las camas de siembra preparadas del rehabilitador de agostadero y la rastra de discos.

Palabras clave; resiembras, cama de siembra, densidad, establecimiento.

INTRODUCCIÓN

Los pastizales que fueron los biomas más extendidos en el mundo, enfrentan problemas severos de sequía con un aumento considerable en las últimas décadas (Pacheco *et al.*, 2000). En el norte de México, grandes áreas de pastizales nativos han sido afectados principalmente por el sobrepastoreo y extensos periodos de sequía. Chihuahua con 173,000 km² de zonas áridas y semiáridas (Estrada y Villareal, 2010) es considerado como uno de los estados más afectados por estos fenómenos, perjudicando la economía y bienestar de los productores y consumidores del sector primario. Ante esta situación, se han emprendido prácticas de reconversión de agostaderos, con altos costos, sin embargo, no han sido suficientes para resarcir el daño que se ha causado a las especies nativas de alto valor forrajero (Ramírez *et al.*, 2001). El plantear estrategias para la recuperación de áreas degradadas, resulta una alternativa. Para tal efecto, se recomiendan prácticas y técnicas, utilizando mezclas de especies adaptadas a las condiciones agroecológicas del estado de Chihuahua (Royo *et al.*, 2010) densidades de siembra, técnicas de retención de humedad en el suelo y evaluación del

comportamiento en diferentes especies y de zacates. Los objetivos de este trabajo fueron; Evaluar la productividad forrajera de *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula* y *Eragrostis curvula*, en diferentes densidades de siembra y evaluar la resiembra de una mezcla de pastos en diferentes camas de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Sitio Experimental La Campana–Madera, ubicado en el km 80, carretera internacional Chihuahua – Cd. Juárez, Chihuahua, Chihuahua, México, a una altitud de 1550 msnm, con temperatura media anual de 15 a 18°C y una precipitación promedio de 355 mm al año. Suelos profundos (más de 50 cm) de origen aluvial con textura franco arenosa, buen drenaje interno, escurrimiento superficial moderado y un pH de 5.3 a 6.6. Su localización geográfica es 29°16'01" latitud Norte y 106°21'26" longitud Oeste (Royo y Melgoza, 2001). Para la preparación de la cama de siembra 1 (CS-1), se utilizó un rehabilitador de agostaderos con 12 metros de ancho y preparación 2:1 (2 metros de escurrimiento X 1m de siembra). La **Cama de Siembra 2 (CS-2)**, se realizó con una rastra de ancho de corte de 6 m, con discos de 29" de diámetro. La cama de siembra 3 (CS-3) se elaboró con un implemento de rodillo aereador de dos cilindros de 1 m de diámetro por 5 m de ancho, rellenos de agua. Los equipos agrícolas fueron movidos con un tractor Challenger de 525 HP, con sistema de rodamiento neumático y tracción 4 x 4. Para las diferentes densidades, la siembra se realizó manual para mejor control en la densidad por especie de pasto y consistió en 2 nativas; navajita azul (*Bouteloua gracilis*) y banderita (*Bouteloua curtipendula*) y una introducida con zacate llorón (*Eragrostis curvula*). El experimento 1 consistió en 60 parcelas con 4 densidades y 5 repeticiones por especie en bloques de 12 parcelas de 10m² distribuidas en forma aleatoria, en donde N=Navajita, B=Banderita, LL=Llorón y T=Tratamiento (Cuadro 1). Para el cálculo de la densidad, se tomó como tratamiento testigo la densidad recomendada en la literatura: Navajita 2 kg SPV/ha, Banderita de 5 kg SPV/ha y Llorón de 1 a 2 kg SPV/ha (Cuadro 2) (Bavera y Peñafort, 2005; Morales y Melgoza, 2010; Royo *et al.*, 2010), donde el tratamiento testigo fue el 100% (T"1"), Tratamiento dos 125% (T"2"), Tratamiento tres 75% (T"3") y el tratamiento cuatro del 50% (T"4"), como se muestra en la gráfica 1. El experimento 2 se llevó a cabo en tres diferentes camas de siembra, en las cuales se utilizó una misma mezcla de pastos compuesta por 25%, de *Bouteloua curtipendula*, 25% *Bouteloua gracilis*, 5% *Leptochloa dubia*, 40% *Eragrostis curvula* y 5% de *Sorgo alnum* como nodriza. Para el análisis estadístico del experimento uno, se ajustó un modelo que incluyó la densidad de siembra y especie como efectos fijos y su interacción, con un factorial 3 X 4, bajo un diseño de bloques completamente al azar con 5 repeticiones. El experimento dos se analizó con un ANOVA y comparación de medias con la prueba de Tukey, el procedimiento se hizo con GLM de SAS 9.0. Los gráficos fueron elaborados con la ayuda del programa MINITAB y Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de plantas/m² fue mayor en el zacate llorón ($P \leq 0.001$) 104.26 ± 3.98 con respecto a los zacates banderita 21.2 ± 3.98 y navajita 16.7 ± 4.11 , siendo la diferencia mayor con las densidades de siembra 1 y 2. La altura de plantas fue mayor en el zacate llorón ($P \leq 0.001$) con respecto a los zacates banderita y navajita, los cuales no presentaron diferencia entre sí ($P > 0.05$). Mostrando medias de 14.22 ± 0.33 , 1.26 ± 0.33 y 1.07 ± 0.34 respectivamente. No se presentó efecto por interacción ni por densidad de siembra. El diámetro de macollo en las plantas fue mayor en el zacate llorón ($P \leq 0.001$) con respecto a los zacates banderita y navajita, los cuales no presentaron diferencia entre sí ($P > 0.05$), con medias de 1.13 ± 0.04 , 0.82 ± 0.04 y 0.76 ± 0.04 respectivamente. No se presentó efecto por interacción ni por densidad de siembra. Estos resultados concuerdan con Esqueda *et al.* (2005), quienes en un estudio de emergencia y sobrevivencia, encontraron que el zacate llorón fue superior (96%) a los zacates banderita (86%) y navajita (83%), de igual forma, Martínez *et al.* (2003), al comparar el zacate llorón con otras dos especies, encontraron una mayor capacidad de emergencia a diferentes profundidades de siembra.

Cuadro 1. Distribución de tratamientos en campo del experimento uno.

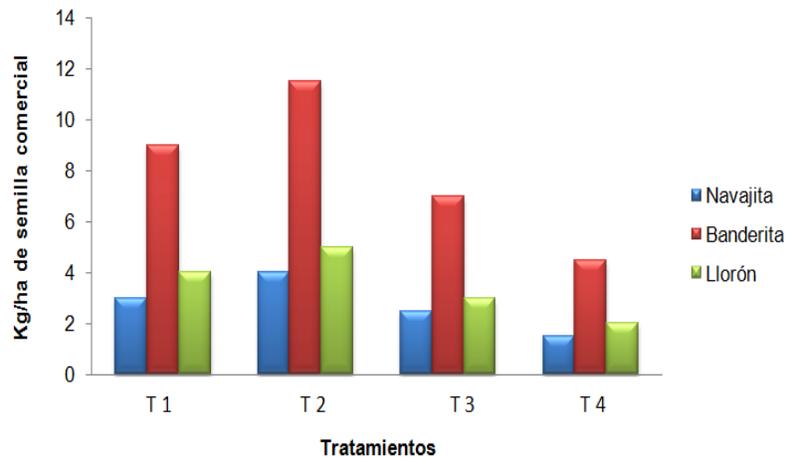
Distribución de los tratamientos en bloques factorial 3 X 4

NT2	NT1	BT1	BT3	BT4	LLT2	NT4	BT2	LLT1	LLT4	NT3	LLT3
LLT1	NT2	LLT4	NT3	NT1	BT1	BT3	BT4	LLT2	BT2	LLT3	NT4
NT4	NT1	NT3	BT2	LLT4	BT3	BT1	LLT2	NT2	LLT1	BT4	LLT3
LLT4	BT4	LLT3	BT1	LLT2	NT4	NT2	LLT1	NT1	BT2	BT3	NT2
BT4	LLT2	BT2	NT3	LLT4	BT1	NT2	LLT3	NT1	BT3	LLT1	NT4

Cuadro 2. Densidad de siembra recomendada en las especie utilizadas.

Nombre común	Nombre científico	Densidad de siembra (Kg SPV/ha)
Navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	2.5 - 3.0
Banderita	<i>Bouteloua curtipendula</i>	4.5 - 5.5
Llorón	<i>Eragrostis curvula</i>	1.5 – 2.0

Densidades de Siembra



Gráfica 1. Densidades de siembra (kg de semilla comercial ha⁻¹) de las tres especies de gramíneas resembradas.

La producción de MS en la cama de siembra con rodillo aereador fue menor ($P < 0.05$) que la producción en la cama de siembra con el rehabilitador de agostaderos y la rastra con discos, presentando medias de 207 ± 92 , 305 ± 92 y 389 ± 92 Kg MS ha⁻¹, respectivamente, como se muestra en la Gráfica 2. Estos resultados no se pueden comparar con estudios recientes, ya que no se encontró información al respecto, sin embargo, en estudios similares, García *et al.* (2005) encontraron que con curvas a nivel y rastreo intermedio, la producción de forraje incrementó hasta en 13 veces más que las camas sin rastra, también Olhagaray *et al.* (2005), al comparar 5 camas de siembra, encontraron una mayor producción de MS en la cama de labranza combinada de subsoleo, barbecho y rastra.



Gráfica 2. Producción de kg de MS ha⁻¹ con diferentes camas de siembra.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El zacate llorón se mostró superior sobre los zacates navajita y banderita en las variables; densidad de siembra, altura de planta y diámetro de macollo. La cama de siembra preparada con rodillo aereador, resultó ser inferior en producción de MS, a las camas de siembra preparadas con el rehabilitador de agostadero y la rastra con discos. Se recomiendan prácticas de reconversión de pastizales, ya que éstas representan una alternativa para resarcir parte de los daños causados a estos ecosistemas.

LITERATURA CITADA

- Bavera, GA y CH Peñafort (2005). El pasto llorón (lovegrass) (*Eragrostis curvula* (schrader) nees). Disponible en www.produccion-animal.com.ar. Consultado en febrero 13 de 2013.
- Esqueda, MH, A Melgoza, M Sosa, R Carrillo y J Jiménez (2005). Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferentes secuencias de humedad/sequía en tres tipos de suelo. *Téc Pecu Méx.* 43(1):101-115.
- Estrada, E y JA Villarreal (2010). Flora del centro del estado de Chihuahua, México. *Acta Botánica Mexicana.* 92: 51-118.
- Martínez, O, M de los A Ruíz y FJ Babinec (2003). Implantación de gramíneas forrajeras perennes estivales de importancia para la región pampane semiárida. Disponible en www.produccion-animal.com.ar. Consultado en marzo 15 de 2013.
- Morales, CR y A Melgoza (2010). Características productivas de zacates forrajeros importantes en el norte de México. Folleto Técnico No. 28. S.E. La Campana- Madera. INIFAP-SAGARPA: 1- 50.
- Ramírez, RG, A Enríquez y F Lozano (2001). Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México. *Ciencia UANL.* 4(3): 314-32.
- Royo MH, y C Melgoza (2001). Listado florístico del campo experimental La Campana y usos de su flora. *Tec. Pec. Méx.* 39(2):105-125.
- Royo MH, J Santos, CR Morales, P Jurado (2010). Prácticas de conservación y rehabilitación de agostaderos. Folleto Técnico No. 29. S.E. La Campana-Madera. INIFAP-SAGARPA: 1- 52.
- Olhagaray, EC, G Esparza y F Vega (2005). Influencia de dos sistemas labranza mínima y tradicional en la producción de zacate buffelcv. Común (*Cenchrus ciliaris* L.) empleando curvas a nivel con relación 1:1, en el sur oeste de Coahuila. México. *Memoria de la XVII Semana Internacional de Agronomía.* 1:445-451.
- Pacheco, J, G Ceballos y R List (2000). Los mamíferos de la región de Janos Casas Grandes, Chihuahua, México. *Rev. Mex. de Mastozoología.* 4: 69-83.

**CALIDAD DE SEMILLA DE ZACATE BUFFEL (*Pennisetum ciliare* L.
sin. *Cenchrus ciliaris* L.): COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD
DE GERMINACIÓN Y EMERGENCIA ENTRE CARIÓPSIDES Y FASCÍCULOS**

SEED QUALITY OF BUFFEL GRASS (*Pennisetum ciliare* L. sin. *Cenchrus ciliaris* L.):
COMPARISON OF GERMINATION AND EMERGENCE CAPACITY BETWEEN CARYOPSES
AND FASCICLES

Mieke Titulaer¹, Carlos Morales Nieto²

¹Estudiante de Doctorado. Maestro investigador². Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología, Departamento de Recursos Naturales y Ecología, Periférico Fco. R. Almada, Km 1, Zootecnia, 31410, Chihuahua, Chihuahua. m.titulaer1@gmail.com

RESUMEN

La calidad de la semilla determina la cantidad que se debe utilizar durante la siembra. Esta calidad está dada por la semilla pura viable e influenciada por el porcentaje de germinación y pureza. El zacate Buffel (*Pennisetum ciliare* L. sin. *Cenchrus ciliaris* L.) es originario del sur y centro de África y se ha diseminado por diversas regiones del mundo gracias a la acción del hombre. El objetivo del presente trabajo fue comparar la capacidad de germinación y emergencia entre fascículos y carióspsides de un lote de cien toneladas de semillas de zacate Buffel. Se realizó una prueba de pureza, cuatro pruebas de germinación bajo diferentes condiciones y dos pruebas de emergencia bajo condiciones de invernadero. Al realizar el análisis se encontró una pureza del 99% para fascículos y una pureza de 28% para carióspsides. En la prueba de germinación estándar se encontró que los carióspsides presentaron significativamente ($P=0.009$) una mayor capacidad germinativa, al compararlos con los fascículos, con 53.3% y 8.9% respectivamente. La prueba de emergencia en suelo con carióspsides presentó un mayor porcentaje de emergencia, comparado con los fascículos ($P=0.055$) con un 14.7% y 6.7%, respectivamente. Los resultados obtenidos en germinación y emergencia, muestran la importancia de considerar el fascículo y el tipo de latencia en las semillas. Los porcentajes de germinación y emergencia fueron bajos en comparación con lo que se puede obtener bajo condiciones óptimas, indicando que las plántulas presentaron bajo vigor. Por lo tanto, se recomienda ajustar la densidad de siembra en esta especie, considerando la calidad del lote y de preferencia utilizar carióspsides en lugar de fascículos.

Palabras clave: *Pennisetum ciliare*, germinación, emergencia, semilla.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la semilla determina la cantidad que se debe utilizar durante la siembra. Su calidad está dada por la semilla pura viable (SPV), influenciada por sus porcentajes de germinación y pureza (Ibarra *et al.*, 1989). La pureza la determina la proporción de granos llenos y bien formados de la muestra. La germinación representa la proporción de semillas vivas que están listas para germinar normalmente (De León, 1977). La SPV en una muestra representa los granos que están llenos, vivos y listos para germinar. Se determina multiplicando el porcentaje de germinación por el porcentaje de pureza y dividiendo el producto entre 100. Zacate Buffel (*Pennisetum ciliare* L. sin. *Cenchrus ciliaris* L.) es una especie introducida de África. Por su resistencia a la sequía y alta producción de forraje es una especie muy popular en resiembras y rehabilitación de pastizal nativa con zacate Buffel (Gómez de la Fuente *et al.*, 2007). En algunas áreas está considerada como una especie invasora indeseable y en otras áreas se utiliza para la reconversión (Franklin *et al.*, 2006, Brenner, 2010). Puede tener problemas con establecimiento después de sembrar las semillas. El factor que causa estos problemas es la latencia de las semillas, que en su turno está causada por

el fascículo, tegumento y sustancias químicas (Sharif-Zadeh y Murdoch, 2000; Bhattarai *et al.*, 2008). Sus semillas se encuentran cubiertas por estructuras florales, tienen latencia por periodos de 9 a 12 meses o (5 - 6 meses) después de la cosecha. Por lo anterior, es importante determinar la calidad de semilla antes de una siembra. Para determinar la calidad de semilla existen diferentes prácticas que se le pueden hacer a la semilla como las pruebas de pureza, germinación, tetrazolio, emergencia y pruebas de vigor (Elias *et al.*, 2006). Para zacate Buffel la temperatura óptima recomendada para germinación y emergencia es de 30°C. El objetivo del presente trabajo fue comparar la capacidad de germinación y emergencia entre fascículos y carióspsides de un lote de cien toneladas de semillas de zacate Buffel.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en un invernadero de la Facultad de Zootecnia y Ecología-UACH. La muestra de trabajo se obtuvo de un lote de semilla de 100 toneladas. La muestra analizada en el laboratorio fue representativa del lote completo. Análisis de pureza. Se determinó la composición en peso de la muestra y se identificaron los distintos contaminantes y partículas de materia inerte que constituyeron la muestra y se pesó por separado. Para obtener el porcentaje de semilla pura viable (SPV) se utilizó la siguiente ecuación: $SPV (\%) = (\% \text{ pureza} \times \% \text{ germinación}) / 100$.

Las pruebas de germinación se realizaron en una germinadora bajo diferentes condiciones, con temperaturas de 28 a 32°C, utilizando tres repeticiones de 30 semillas cada una para fascículos y carióspsides. Las pruebas de emergencia se realizaron bajo condiciones de invernadero y se utilizaron tres repeticiones con 25 semillas para ambos fascículos y carióspsides. En la prueba de germinación y emergencia, se realizaron conteos diarios de las semillas germinadas (.5 mm) y plántulas emergidas. A los datos obtenidos se les realizó una prueba de t para comparar las medias de carióspsides y fascículos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizarle al lote la prueba de pureza considerando los fascículos, se obtuvo un 99% de pureza. Sin embargo, cuando se realizó esta misma prueba, considerando la extracción de las carióspsides, el porcentaje de pureza fue de 28%. Con los datos obtenidos se calculó el porcentaje de semillas pura viable en fascículos (8.81%) y carióspsides (14.92%). La temperatura óptima sugerida para zacate Buffel es de 30 °C (Moreno, 1984), pero los resultados muestran que también temperaturas un poco más altas pueden beneficiar la germinación. La prueba de germinación estándar bajo 32 °C presentó un 8.9% en promedio cuando se utilizaron los fascículos y un 53.3% cuando se utilizaron carióspsides. La prueba de t muestra que esta diferencia fue significativa ($t = 4.78$, $P = 0.009$). La diferencia al utilizar fascículos y carióspsides en el zacate buffel, muestra la importancia que tienen los fascículos con relación a la latencia, lo cual es validada con otros resultados obtenidos en otros trabajos realizados en esta especie (Sharif-Zadeh y Murdoch, 2000). La germinación de las carióspsides inició antes que los fascículos y presentó un aumento significativo durante los primeros cuatro días (Fig. 1).

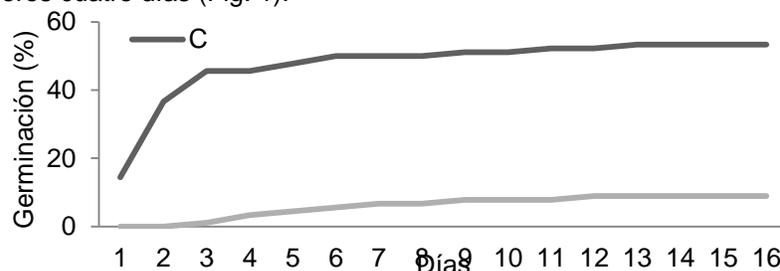


Figura 1. Comportamiento de la germinación acumulada en zacate Buffel cuando se utilizaron carióspsides (C) y fascículos (F).

Estudios de germinación realizados en zacate Buffel han reportado valores desde 1 hasta 100% para fascículos, dependiendo del pre tratamiento y las condiciones de la maduración de las semillas (Hacker y Ratcliff, 1989; Sharif-Zadeh y Murdoch, 2000; Panchal *et al.*, 2011). Sin embargo, otros estudios realizados con carióspsides, han reportado porcentajes de germinación que van desde un 11 hasta 82% (Sharif-Zadeh y Murdoch, 2000).

La prueba de emergencia presentó un 14.7% en promedio cuando se utilizaron carióspsides y un promedio de 6.7% al utilizar fascículos ($t = 2.68$; $P=0.055$) (Figura 2). Esta emergencia acumulada muestra que las carióspsides iniciaron su emergencia antes que los fascículos, lo cual está de acuerdo con la prueba de germinación. Sin embargo, la emergencia no mostró un incremento rápido en los primeros días, lo cual puede ser considerado en esta especie durante la etapa crítica de establecimiento en campo.

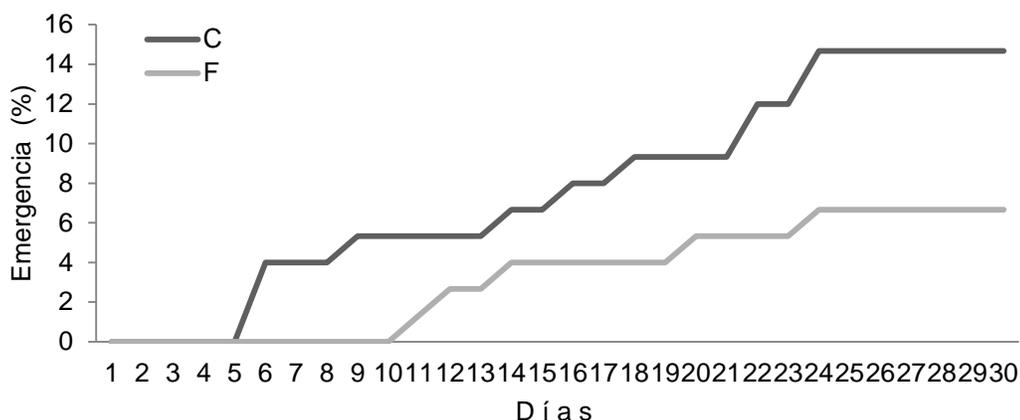


Figura 2. Comportamiento de la emergencia acumulada en zacate Buffel cuando se utilizaron carióspsides (C) y fascículos (F).

El registro de las temperaturas en el invernadero durante la prueba fluctuó entre los 11°C y 43°C. Durán *et al.* (2011) reportan que la temperatura óptima para la emergencia de zacate Buffel es de 30°C y que el rango de temperaturas en donde pueden emerger las semillas de esta especie es de 13°C a 42°C.

Es muy importante determinar la época adecuada para cosechar la semilla, ya que cuando es cosechada verde o inmadura, tiende a producir carióspsides o granos más pequeños e incompletos y como resultado presenta de 36 a un 60% menos de germinación, comparada con la semilla madura (Brzostowski y Owen, 1966). Además, las carióspsides grandes presentan de 2 a 3 veces más peso y proporcionan hasta un 30% más germinación que los livianos (Lahiri y Kharabanda, 1961). Como consecuencia de lo anterior las plántulas provenientes de carióspsides grandes, que tienen mayor reserva nutricional, pueden resistir climas adversos y tienen mayores posibilidades de sobrevivencia (Ibarra *et al.*, 1989).

CONCLUSIONES

Cuando se va a comprar o usar semilla de Buffel, se debe poner mucha atención en el porcentaje de germinación, inhibidores químicos en envolturas seminales y porcentaje de pureza. La germinación y emergencia se incrementa cuando se siembran carióspsides en comparación con el uso de fascículos en zacate Buffel. Sin embargo, es importante considerar la importancia de los fascículos con relación a la latencia que presenta esta especie cuando se analiza su calidad. La

calidad de la semilla cuando se conoce su capacidad de germinación y pureza para estimar la cantidad de semilla comercial que se tiene que comprar para la siembra y el ajuste de la densidad de siembra.

LITERATURA CITADA

- Bhattarai, SP, J Fox y Y Gyasi-Agyei (2008). Enhancing buffel grass seed germination by acid treatment for rapid vegetation establishment on railway batters. *J. Arid Environ.* 72:255-262.
- Brenner, JC (2010). What drives the conversion of native rangeland to buffelgrass (*Pennisetum ciliare*) pasture in Mexico's Sonoran desert?: The social dimensions of a biological invasion. *Hum. Ecol.* 38:495-505.
- Brzostowski, HW and MA Owen (1966). Production and germination capacity of buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) seeds. *Trop. Agrig. Trin.* 43:1-10.
- De León, GR (1977). Zacate buffel: Algunas consideraciones técnicas para la producción de semilla. PRONASE, SARH, México. 35 pp.
- Durán Puga, N, JA Ruiz Corral, DR González Eguiarte, G Núñez Hernández, FJ Padilla Ramírez and SH Contreras Rodríguez (2011). Temperaturas cardinales de desarrollo en la etapa siembra-emergencia de 11 pastos forrajeros. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2:347-357.
- Elias, S, A Garay, L Schweitzer and S Hanning. 2006. Seed quality testing of native species. *Native Plants J.* 7:15-19.
- Franklin, KA, K Lyons, PL Nagler, D Lampkin, EP Glenn, F Molina-Freaner, T Markow and AR Huete (2006). Buffelgrass (*Pennisetum ciliare*) land conversion and productivity in the plains of Sonora, Mexico. *Biol. Conserv.* 127:62-71.
- Gómez de la Fuente, E, H Díaz Solís, A Saldívar Fitzmaurice, F Briones Encinia, V Vargas Tristán and WE Grant (2007). Patrón de crecimiento de pasto buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) Sin. *Cenchrus ciliaris* L.] en Tamaulipas, México. *Téc. Pecu. Méx.* 45:1-17.
- Hacker, JB and D Ratcliff (1989). Seed dormancy and factors controlling dormancy breakdown in buffel grass accessions from contrasting provenances. *J. Appl. Ecol.* 26:201-212.
- Ibarra, FFA, M Martín R y M Silva O (1989). No tire más semilla de buffel de la debida. Fomento Ganadero. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 19:2-4.
- Lahiri, AN and BC Kharabanda (1961). Dimorphic seeds in some arid zone grasses and the significance of growth differences in their seedings. *Sci. and Cult.* 27:448-450.
- Moreno ME (1984). Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, D. F., México.
- Panchal, KR, NR Pandya, S Albert and DJ Gandhi (2011). Germination responses of several *Poaceae* members towards differential storage durations. *Not. Sci. Biol.* 3:44-50.
- Sharif-Zadeh, F and AJ Murdoch (2000). The effects of different maturation conditions on seed dormancy and germination of *Cenchrus ciliaris*. *Seed Sci. Res.* 10:447-457.

PREDICCIÓN DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL MEDIANTE MÉTODOS DE SERIES DE TIEMPO CRONOLÓGICOS EN LA REGIÓN SERRANA DE CUAUHTÉMOC, CHIHUAHUA.

1 José Roberto Espinoza Prieto¹, Ana Celia Gutiérrez Olivas¹,
Rey Manuel Quintana Martínez¹, Miguel Ángel Quintana Salcido¹, José Luis Herrera Díaz²

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Perif.Fco.R. Almada km.1 Chihuahua, Chih. Mex. ²Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua
Email: jespinoza@uach.mx (1)

RESUMEN

El objetivo del trabajo de investigación es utilizar los métodos de series de tiempo cronológicos que consideran el efecto de las fluctuaciones estacionales para predecir la precipitación pluvial en la región de pastizales de Cuauhtémoc, Chihuahua durante los meses del año; para pronosticar en el 2013, como para analizar cada uno de los componentes para determinar sus patrones de tendencia que sirvan para tomar decisiones por su importancia en la actividad ganadera, como principal área productora de manzana en el país. La información histórica corresponde de manera mensual desde 1972 hasta el 2012. Donde matemáticamente se determinó que es erróneo afirmar que ha disminuido la precipitación pluvial en los últimos años, sino que presentan un patrón estacionario y correspondiendo a los meses de junio, julio, agosto y septiembre los de mayor precipitación, representando en esos 4 meses el 78 % del total de captación de lluvia del total del año. También se utilizó los modelos regresionales para analizar la tendencia anual de la precipitación pluvial resultando una ecuación: $Y = 36.8956 + 0.00264 X$ lo que implica que durante los últimos 40 años la cantidad de lluvia anual en la región de Cuauhtémoc a permanecido estable, a pesar de que se ha determinado que por el cambio climático se registran temperaturas más altas para esta región serrana en el Estado. Por lo que la cubierta vegetal es vital para el ciclo del agua.

Palabras clave: Precipitación pluvial, predicción, series cronológicas

INTRODUCCIÓN

Se habla en los últimos años, que en el norte del país se sufre de las peores sequías registradas en las últimas décadas, afectando al sector agrícola y ganadero como resultado del calentamiento global; por lo que resulta necesario analizar la información histórica disponible que se tiene sobre la precipitación pluvial registrada, para poder pronosticar el tipo de comportamiento que se puede esperar para los próximos años, como los patrones de comportamiento que presentan los elementos que conforman las series de tiempo cronológicas; esto para poder validar estadísticamente cual de los criterios es más correcto y para poder tomar decisiones más exactas encaminadas al manejo racional del agua en las actividades agropecuarias en la entidad.

Se sabe que la lluvia presenta un comportamiento de tipo estacional, como también cíclico; y que puede variar ampliamente en las diferentes regiones o ecosistemas en el Estado de Chihuahua, como del país. Pero todo parece indicar que las apreciaciones en cuanto a precipitación pluvial en su mayoría son equivocadas, sino más bien, lo que se ha incrementado es la demanda del vital líquido para las actividades agropecuarias en el país y la precipitación puede ser la misma, o con tendencia ligera a disminuir. Pero lo que sí es cierto es que el recurso hídrico es y será una limitante para el sector agroalimentario del país por el abuso y/o el mal uso de este recurso. Resultando primordial tener un mayor conocimiento de los ciclos de agua en cada región del país, como una mayor conciencia y educación ambiental sobre el manejo sustentable del agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

La manera en que se realizó este trabajo fue mediante la utilización de métodos de series de tiempo cronológicas que consideren el efecto las fluctuaciones estacionales de la precipitación pluvial durante los diferentes meses en el año, como también poder determinar la verdadera tendencia que presenta el factor lluvia en los últimos años en la región. El área de estudio que se selecciono fue la región de Cuauhtémoc, por su importancia en la actividad agrícola, frutícola y ganadero para la entidad. La base de datos corresponde a la precipitación pluvial registrada en esa región de manera mensual desde 1972 hasta el 2012. Los métodos utilizados en base al criterio del cuadrado medio del error fueron: el método de Winters o Holt Winters de tipo multiplicativo, como aditivo. También se trabajo con la precipitación anual registrada en esa región para visualizar la verdadera tendencia de este fenómeno meteorológico en los últimos 40 años.

El criterio de Holt Winters es el único método de series de tiempo que si considera el elemento estacional para hacer sus predicciones; donde la metodología se basa en seleccionar una serie de tiempo de tipo trasversal que en este caso se manejo un cycle season de 12, por los 12 meses; para calcular durante la fase I, los elementos iniciales de las series de tiempo, con el primer año de la información histórica, para con el resto de la información determina los mejores factores de ponderación en la fase II; en la fase III actualizar y corregir cada uno de los elementos que la conforman para posteriormente hacer los pronósticos en la Fase IV. Los elementos que reconoce este criterio de series de tiempo son los siguientes: a) Elemento constante que es la parte de la información histórica que permanece estable a través del tiempo; b) Elemento tendencia que es el comportamiento más dominante que presenta la información histórica en el tiempo; c) Elemento estacional, que es el comportamiento recurrente y predecible que presenta información histórica durante las épocas o meses en el año, que principalmente se debe a factores climatológicos o a fechas en el calendario; y d) Elemento del error experimental, que son todos aquellos factores que se desconocen o que no se tomaron en cuenta en la metodología de pronósticos lo cual hace que no sean 100 % certeros o que les agregan el factor de incertidumbre en las predicciones. Cabe citar que las fluctuaciones estacionales pueden ser de dos tipos: I) Tipo Multiplicativo, cuando las fluctuaciones estacionales son proporcionales al comportamiento promedio que presenta la tendencia y II) Tipo aditivo, cuando estas no son proporcionales al comportamiento promedio de la tendencia; esta es la razón por lo que el Criterio de Holt Winters puede ser de 2 tipos. Como se cito anteriormente para determinar el mejor modelo de predicción se considero el criterio del cuadrado medio del error, donde aquella metodología que tenga el más pequeño es la mejor. Todos los métodos de series de tiempo se basan en el principio de consistencia, es decir: lo que paso en el pasado tenderá a repetirse de manera consistente en el futuro, por lo que los criterios se fundamentan en determina el tipo de patrón o patrones más dominantes que presentan las series de tiempo para seleccionar el mejor modelo matemático.

La serie de tiempo o base de datos presento un tamaño de 480 observaciones para tipo estacional y un total de 40 observaciones para la regresión lineal. El paquete estadístico utilizado fue WinQSB desarrollado por el Dr. Yih-Long Chang.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

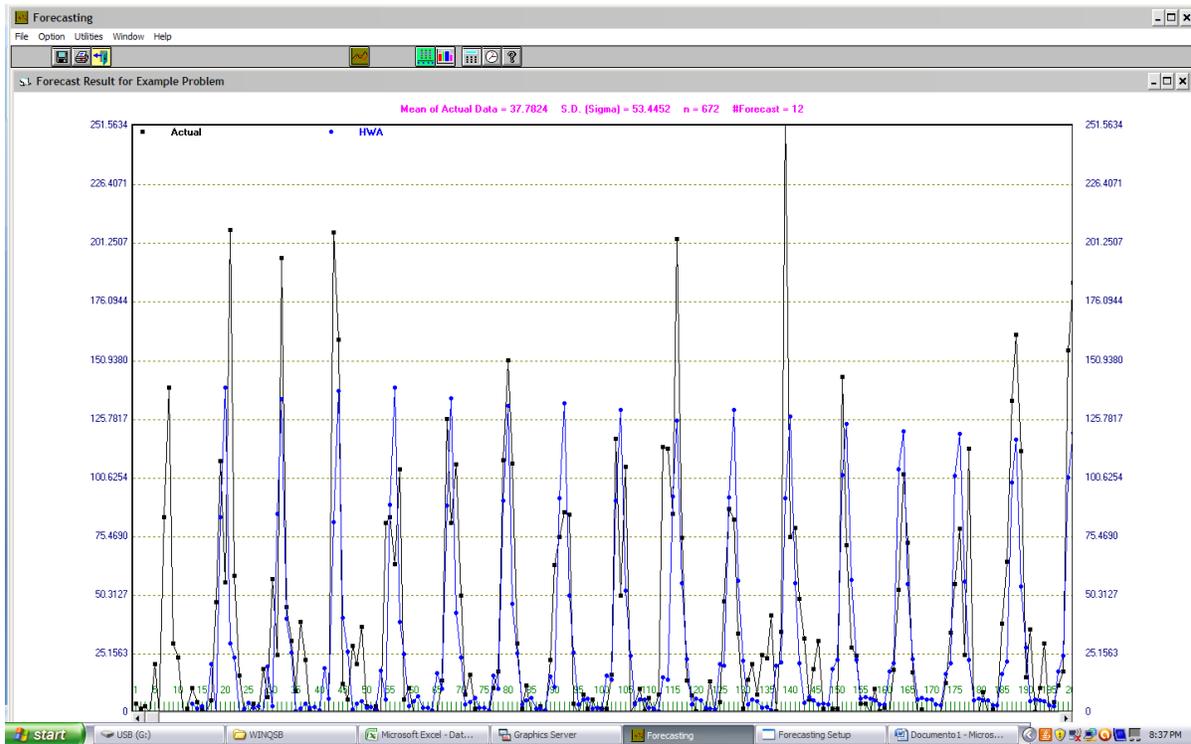
De todos los criterios de series de tiempo cronológicos utilizados los más exactos fueron: 1) Holt Winters de tipo multiplicativo con un MSE o cuadrado medio del error de 1229.027. 2) Regresión lineal con un MSE de 2851.882 y 3) Holt Winters de tipo aditivo con un MSE de 6890.94.

Donde a continuación se presentaran los resultados de los dos primeros criterios:

En el modelo de Holt Winters multiplicativo el modelo matemático quedo conformado de la siguiente manera: $Y = (25.81667 + 0 b_i) S_i$ donde los valores para los elementos estacionales resultaron: $S_1 = -21.81667$, $S_2 = -23.81667$, $S_3 = -22.81667$, $S_4 = -25.71667$, $S_5 = -4.816668$, $S_6 = -$

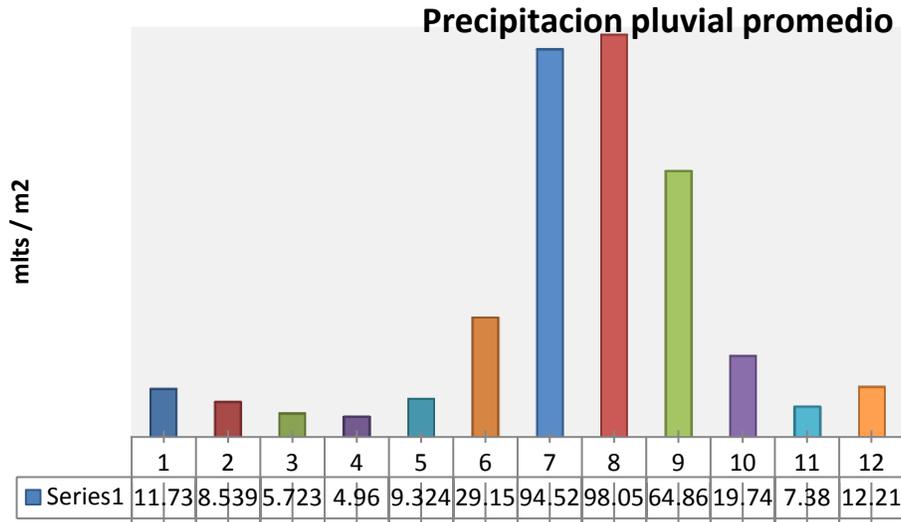
25.71667, $S_7 = 58.18333$, $S_8 = 113.6833$, $S_9 = 4.183332$, $S_{10} = -1.816668$, $S_{11} = -25.71667$ y $S_{12} = -23.81667$; obsérvese que los índices estacionales más altos corresponden a los meses de mayor precipitación pluvial en la región de julio y agosto. Los mejores factores de ponderación fueron los siguientes: Alpha = 0, beta = 0 y Gamma = 0.06, lo que implica que los elementos constantes, tendencia y estacional no son muy consistentes o predecibles. Obsérvese en el próximo gráfico (1) como este criterio se adaptó al patrón de las series de tiempo.

La precipitación pluvial pronosticada para el 2013 fue la siguiente: enero 10.6198, febrero 6.68831, marzo 4.867229, abril 4.351515, mayo 9.515936, junio 45.12108, julio 128.1886, agosto 110.2734, septiembre 76.97736, octubre 23.59047, noviembre 11.29174 y diciembre 6.747444. El coeficiente de determinación del modelo es 0.6032.



Grafica 1. Comportamiento de la precipitación pluvial los últimos 40 años, por mes color negro el dato histórico y en azul el pronosticado con el criterio de Holt Winters multiplicativo.

Para los modelos regresionales quedó la ecuación de la siguiente manera: $Y = 36.8956 + 0.00264 X$, lo que implica una ligera tendencia positiva; representando un crecimiento promedio en los últimos 40 años de 0.01 %, lo que implica que la precipitación pluvial en esa área ha permanecido estable. Pero resulta obvio que la demanda del recurso hídrico se ha incrementado en otra proporción; mayor carga animal en agostadero, más superficie agrícola y frutícola abierta, mayor población, etc. Se esperaría que la precipitación anual fuera en el orden de 464 mlts/m².



Grafica 2. Precipitación pluvial promedio mensual de los últimos 40 años en la región del estudio de la zona serrana de Cuauhtémoc.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Es importante analizar la información histórica que se tiene disponible por región en la entidad y en el país, para poder predecir y analizar el comportamiento de la precipitación pluvial y estudiar cómo está afectando el cambio climático la disponibilidad de este vital recurso, tanto para la recarga de los acuíferos, como para la agricultura de temporal, etc. Destaca que el tema del agua debe de seguir siendo dimensionado como parte de la seguridad agroalimentaria de nuestro país y del mundo en general. Y hacer conciencia que los pastizales representan un 70 % de la superficie terrestre del planeta, por lo que las buenas prácticas en su manejo y conservación de la cubierta vegetal son fundamentales para el ciclo del agua. En un futuro muy próximo, la huella hídrica tendrá un impacto más fuerte en la economía y en las decisiones de las actividades agropecuarias que se realicen en cada región del planeta y su competencia para el consumo humano. Es necesario fortalecer la educación ambiental con un mayor énfasis en el manejo racional del agua.

LITERATURA CITADA

- John E.Hanke & Arthur G. Reitsch. Pronósticos en los negocios. Quinta Edición. Editorial PHH Prentice Hall.
- Makridakis / Wheelwright / McGee. Forecasting "methods an applications" Segunda Edición. Editorial Wiley.
- J. Holton Wilson, Barry Keating. Pronósticos de los negocios de Mc Graw Hill Quinta edición.
- Spyros Makridakis & Steven C.Wheelweight. Manual de técnicas de pronósticos. Primera Edición. Editorial Noriega Limusa.

**ENRIQUECIMIENTO PROTÉICO DE NOPAL (*Opuntia* spp.)
COMO FORRAJE: CASO BRASIL- MÉXICO.**

**PROTEIN ENRICHMENT OF PRICKLY PEAR (*Opuntia* spp.)
AS A FODDER: MEXICO- BRASIL CASE.**

Flores- Hernández, A.^{1*}; Peña- Valdivia, C.²; Gomes da Silva, F.³; Araújo- Filho, J.T.⁴; Murillo- Amador, B.⁵; García-Hernández J.L.⁴; Rueda-Puente E.O.⁵

¹URUZA-UACH, Bermejillo, Dgo. Méx.; ²Centro de Botánica- C.P., Montecillos, Méx.; ³SEAGRI, Alagoas, Brasil; ⁴UFAL, Alagoas, Brasil. ⁵CIB- Nor, La Paz, B.C.S; Méx. ⁶FAZ-UJED, Gómez, Pal. Dgo. Méx.; ⁷UNISON, Campus Santa Ana, Son., Méx.

* aflores@chapingo.uruza.edu.mx.

RESUMEN

El proceso de enriquecimiento proteico se basa en la fermentación semisólida de nopal (*Opuntia* spp.) y se realiza en Brasil y México con algunas variantes. Esta tecnología en el norte de México se aplica mediante un biodigestor aeróbico horizontal que corta, mezcla (fermenta) y separa el nopal en los productos: jugo y bagazo. En 100 k de pencas anuales de un cultivar sin espinas (CV. 69) se ensayaron los tratamientos de fermentación por 24 h de: 1- levadura (2%), y 2- levadura (2%) más cinco nutrientes (Cuadro 1), resultando el primero con un aumento de proteína cruda del 12.9 % mientras que en el segundo tratamiento el aumento fue de 32.1% respecto al testigo (4.6 %). Con base en ello se simplificó la dosis de levadura (1%) y un solo nutriente (Sulfato de amonio) como fuente de nitrógeno (2 %), con resultados en el tratamiento de solo levadura de 12.9 % de proteína cruda mientras que en el de levadura y Sulfato de amonio fue de 32.0 %, respecto al testigo (4.9 %), esto representa la mitad de proteína en relación a la alfalfa verde. En la región de Alagoas Brasil este proceso de fermentación se realiza de manera semi-mecanizada en el corte y manual en la homogenización sin adición de microorganismos e incorporan cinco nutrientes (Cuadro 1) para el desarrollo de la fermentación, el producto seco de dos cultivares de nopal sin espinas contiene 19.6 ± 1.6 % de proteína cruda respecto al 4.0 % del testigo (sin proceso). El uso de nopal como forraje ha tenido un avance notable en la región semiárida de Alagoas, Brasil- segunda productora nacional de leche- con una superficie de 400,000 has de nopal. Esta tecnología en México se está dando a conocer en talleres con productores agropecuarios de Durango, Coahuila y Tamaulipas.

Palabras clave: Cactus, Forraje, Fermentación, Proteína

ABSTRACT

The protein enrichment process is based on semisolid fermentation of cactus (*Opuntia* spp) and performed in Brazil and Mexico with some variations. This technology in northern Mexico is applied by aerobic horizontal digester that cuts, mixing (fermented) and separates the prickly pear products: juice and bagasse. In pads 100k annual spineless cultivar (cv. 69) were tested treatments for 24 h fermentation of: 1 - yeast (2%), and 2 - yeast (2%) plus five nutrients (Table 1), the first with a resulting increase in crude protein 12.9%, while in the second treatment the increase was 32.1% compared to control (4.6%). Based on this simplified the yeast dose (1%) and a single nutrient (ammonium sulphate) as nitrogen source (2%), with results in the treatment of yeast only 12.9 in crude protein while in the yeast and ammonium sulfate was 32.0 %, compared to the control (4.9%), this represents half of protein relative to green alfalfa. In Alagoas, Brazil this fermentation process is carried out semi-mechanized cutting and manual homogenization without added microorganisms and include five nutrients (Table 1) for the development of the fermentation, the dry product of two cultivars spineless cactus contains 22.01 ± 1.35 % crude protein compared to 6% of the control

(without process). The use of cactus as fodder has had a notable advance in the semiarid region of Alagoas, Brazil -second national milk producer-, with an area of 400,000 hectares of cactus. This technology in Mexico is being reported in workshops with farmers of Durango, Coahuila and Tamaulipas.

Key words: Cactus, Fodder, Fermentation, Protein.

INTRODUCCIÓN

Al igual que los procesos de fermentación líquida (vino), los de fermentación sólida o semisólida se practican desde hace miles de años. El propósito fundamental de la fermentación sólida ha sido no solo aumentar el contenido proteico de los alimentos, sino mejorar las posibilidades de conservación y cambiar sus características físicas como el color, el olor o el sabor. Ejemplos de estos productos lo constituyen el Koji, que se obtiene por el cultivo del hongo *Aspergillus oryzae* sobre cereales cocidos, el Shoyu, el Miso y el Ontjom (Hesseltine, 1972). En alimentos para consumo animal (forrajes), interesa la producción de proteínas de origen microbioal, formadas a partir de la fermentación o crecimiento de microorganismos útiles sobre sustratos vegetales ricos en carbohidratos y fibra (Ariosvaldo *et al.*, 2004). La elaboración de alimentos forrajeros enriquecidos, tipo suplemento, se da por el proceso de fermentación semisólida sobre pencas de nopal con la adición de una mezcla de minerales en el proceso (Tabosa *et al.*, 2003). Este proceso fue adaptado de la tecnología "sacarina" de la caña de azúcar en Cuba (Elias y Lescano, 1993) y ha sido recomendada para el aumento del contenido proteico del forraje (Elias *et al.*, 1990; Lira *et al.*, 1989). Los forrajes así enriquecidos pueden ser analizados para determinar la cantidad adicional de proteína microbioal y ser suministrados al ganado originando aumento en producción de leche y carne (Tabosa, 2003).

Los avances en esta técnica de fermentación son notables en otros países como Brasil y recientemente se aplica en México. En donde se cuenta con algunos modelos de biodigestores para la región centro (Miranda *et al.*, 2009) y Norte (Aranda, 2006). No obstante, los que se han visto tienen una conformación vertical son fijos con base en el suelo y el corte lo realizan con maquinaria específica independiente, de modo que se tiene que elevar el producto con banda al tanque fermentador, el cual mezcla (homogeniza) a través de gusano sinfín interior, dando como producto una mezcla, llamada sopa de nopal (no hay separación Jugo- Bagazo). Según Gutiérrez Órnelas *et al.* (2008), se considera una tecnología laboriosa y de alto costo, ya que se requiere deshidratar y moler el nopal previo a la fermentación. No obstante, como resultado del proyecto enriquecimiento proteico de nopal (*Opuntia sp*) como forraje (CONACyT- FOMIX- Dgo. Clave 2009-CO2- 116675) se logró simplificar el proceso desde el diseño y construcción de un biodigestor aeróbico que es de conformación horizontal, móvil y realiza las funciones de corte, homogenizado (fermentado) y separado en jugo y bagazo de nopal. Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue mostrar la tecnología y resultados del proceso de enriquecimiento proteico de nopal (*Opuntia spp*) como forraje, desarrollada en México como opción para el productor agropecuario que le permita contar con forraje de mayor valor proteico.

MATERIALES Y MÉTODOS

En México el experimento se realizó en instalaciones de URUZA- UACH, Bermejillo, Dgo. utilizando un biodigestor horizontal denominado NOPAFER -Fermentador de Nopal, con título de registro en el IMPI No. 2641. Con una capacidad de 300 litros, pero con volumen de procesamiento de 200 litros, ello con la finalidad de dejar un espacio libre para la aireación.

Los experimentos se realizaron con tres repeticiones usando en cada repetición 100 kg de nopal de acuerdo a la siguiente metodología basada en la fermentación semi -sólida aeróbica de

fracciones de nopal y comprende tres fases: A- Picado de la penca de nopal (100 kg) en fracciones de 1 cm aprox., B- Homogenizado y Fermentado de las fracciones de nopal que caen al cilindro mezclador que fue programado previamente su funcionamiento con un controlador de tiempo (Timer) por 24 horas (8 ciclos) en intervalos de ½ h de mezclado a 60 rpm (aireado) y 21/2 h de reposo. Antes del primer ciclo de funcionamiento se realizan los dos siguientes tratamientos de manera independiente. 1)- Levadura (*Sacharomyces cereviceae*) al 2% del peso fresco de nopal (Ariosvaldo *et al*, 2004), 2)- Levadura (2%) más Nutrientes de acuerdo a la Cuadro 1 (Gomez da Silva, *et al* 2007). Una vez obtenidos los resultados de estos experimentos y después de algunas pruebas se realizó un tercer experimento usando 3)- Levadura (1%) más un solo nutrientes sulfato de amonio (S.A.) al 2 %, adicionándose en dos partes: 1% al inicio de la fermentación y 1% una vez transcurridas las primeras tres horas. La fase C- Separación de bagazo y jugo se realizó una vez transcurridas las 24 h de fermentación. El análisis de humedad y proteína bruta (método kjeldahl) se realizó en bagazo mediante secado en estufa a temperatura de 60°C (peso constante), se efectuó el análisis de las primeras dos repeticiones en el laboratorio de biotecnología de URUZA y una tercer repetición en el laboratorio externo certificado (Agrolab).

El experimento realizado en Brasil se llevó a cabo en una parcela del gobierno del estado de Alagoas utilizando dos cultivares sin espinas. Batalla y Santana que se procesan de manera independiente en forma semi-mecanizada en el corte, usando un molino accionado con motor a 1200 rpm, y manual en el mezclado (fermentado) con el volteo de la mezcla con palas al inicio y a las 12 h, adicionando desde el principio los cinco ingredientes nutrimentales de la Cuadro 1 y un testigo sin nutrientes. Después de 24 h. la mezcla es extendida y secado al sol en piso de cemento (no se separa jugo y bagazo), no se utiliza un microorganismo específico para inducir la fermentación (se supone que los microorganismos naturales del nopal realizan el proceso). La determinación de humedad se realizó mediante la diferencia de peso fresco una vez fermentado contra peso seco después del secado al sol y la proteína cruda se determina mediante el método de kjeldahl.

Cuadro 1. Ingredientes nutrimentales utilizados en la fermentación semisólida de nopal, Alagoas, Brasil.

Componentes de la Mezcla	Kg de componente / t de penca verde
Urea	8
Fuente de micronutrientes + fósforo	3
Sulfato de magnésio	1,5
Cloruro de sódio (sal de cocina)	1,5
MAP (Fertilizante)	8

Gomes Da Silva *et al.*, (2007).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Los resultados del contenido de proteína y materia seca se presentan en la Cuadro 2, donde se aprecia que con el solo uso de levadura (*Sacharomyces cereviceae*) se incrementa hasta tres veces el contenido de proteína cruda (13 %) en relación al testigo (4.6 %) y con la adición de cinco nutrientes aumento este porcentaje al 31.4 %. Sin embargo, considerando el costo y la dificultad de pesar cada ingrediente, lo que entorpecería la aplicación de la técnica se realizaron las modificaciones en tiempo y forma, al agregar un solo nutriente (sulfato de amonio) al 2%, más la reducción de la cantidad de levadura al 1 %, lo que originó que los valores después de la fermentación se mantuvieran en niveles aceptables del 30 % de proteína cruda. En beneficio de disminuir el costo de levadura seca aplicada y facilitar el cálculo y la adición de un solo ingrediente en la mezcla.

En el tratamiento tres recomendado, se debe considerar que los datos son con base en el porcentaje de materia seca, así se tiene que en un kilogramo de nopal 130 g son de materia seca y de estos 39 g son de proteína. Estos valores comparados con la alfalfa equivalen a la mitad, ya que en un kilogramo de alfalfa verde se tiene 306 gr de materia seca y de ellos 79 g son proteína. Sin embargo considerando el gasto aproximado de agua empleado en la alfalfa (lamina de 180 cm) en relación al empleado en nopal (lamina de 30 cm), se tiene una considerable ganancia de este recurso. Por otra parte la estimación del rendimiento promedio de alfalfa verde por hectárea fue de 35 ton ha⁻¹ en el 2011 en la región Coahuila- Durango (www.siap.gob.mx), mientras que la estimación de la producción de nopal (brote) en altas densidades fue de 21 ton ha⁻¹ mes⁻¹ (Flores et al, 2007). De modo que las ventajas comparativas pueden ser favorables al cultivo de nopal una vez calculado los costos de operación, precio y demanda del producto.

Los resultados del experimento realizado en Brasil indican que el CV. Santana resultó ligeramente superior con un porcentaje de proteína de 20.5 ± 0.5 en relación al CV. Batalla (18.5 % ± 1.4) y ambos resultaron superior al testigo 4.0%. En general se tendría un aumento de proteína de casi cinco veces en relación al testigo. Aunque resulta con menor porcentaje de proteína cruda comparado con el experimento realizado en México con la tecnología indicada.

Cuadro 2- Porcentaje de proteína cruda y materia seca de nopal en diferentes tratamientos

trat. (24 h)	% pc (r1) uruza	% pc (r2) uruza	% pc (r3) agrolab	% pc media	materia seca %
T0-	3.4	5.6	4.8	4.6	
T1-	12.7	13.2	12.9	12.9	
T2-	31.8	30.4	32.1	31.4	
T3-	30.4	29.2	29.8	29.8	13.5
Alfalfa				25.8	30.6

R= Repetición, URUZA= Laboratorio interno, AGROLAB= Laboratorio externo, T0= Testigo, T1= Solo Levadura (1%), T2= Solo Nutrientes (Cuadro 1), T3= Levadura (1%) + Sulfato de amonio (2%).

CONCLUSIONES

La tecnología de enriquecimiento proteico de nopal con 1% de levadura y 2% de sulfato de amonio incrementa el contenido de proteína cruda en un 30% respecto al testigo (4.6 %) y resulta superior al proceso semi-mecanizado de Brasil.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece el apoyo del Instituto de Innovación en Biosistemas y Desarrollo Sustentable en Zonas Aridas (IIBIODEZA) de URUZA-UACH. a través del proyecto clave: 135101004.

LITERATURA CITADA

- Ariosvaldo N, M; Suassuna A; Goncalves P,S; Furtado, D,D; Flores V, C; Alan P,C; De Melo O, M (2004). Enriquecimiento proteico de palma forrajera (*Opuntia ficus indica* Mill.) Por procesos biotecnológicos probados en Ovinos Santa Ines. 41 a. Reunión Anual de la Soc. Brasileira de Zootecnia. Campo Grande, Brasil.
- Elias, A; Orquidea, L, P; Cordeiro, J & Quitana, L (1990). Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de inriquecimiento protéico en la caña de azúcar- fermentación en estado sólido (Saccharina). Revista Cubana de Ciencia Agric., 24:1, p.1-12.
- Elias, A & Lezcano, O (1993). Efecto de la fuente de N y algunos factores de crecimiento en la población de levaduras que se establece en la Producción de Saccharina. Rev. Cubana de Cienc. Agric. 27:227.
- Flores-Hernández; A; Orona- Castillo, I; Trejo- Calzada, R; Arreola- Ávila, J,G; Murillo- Amador, B; Rueda- Puente, E; García- Hernández, J.,L (2007). Tecnología para la producción de nopal

- (*opuntia spp*) bajo las condiciones extremas del norte de México. XVII Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola AMIA- 2007: 1-15p.
- Gomes da Silva, F; Nildo- Tabosa, J; De Araújo- Filho J,.T & Cícero de Oliveira, J (2007). Farelo enriquecido da palma forrageira – fep (sacharina da palma). Folleto 1- Secretaria de Agricultura, SEAGRI – AL/DIPAP, Alagoas Brasil. 4p.
- Gutiérrez- Órnelas, E; Arabel, E; Bernal, H & Morales, H (2008). Usos Alternativos del Nopal Forrajero. VI Simposium Taller Producción y Aprovechamiento del Nopal Forrajero en el Noreste de México. Facultad de Agronomía UANL. Revista Salud Pública y Nutrición Edición Especial No. 14- 23p
- Hesseltine C,W (1972). Solid State Fermentations. *Biotechnol. and Bioeng.* 14: 517 – 532.
- Lira, M de A; Farias, I; Santos, M,V,F & Tavares- Filho, J,J (1989). Introdução, geração e avaliação de clones de Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill). In: simpósio nordestino de alimentação de ruminantes. 2., Natal. Anais.Natal: EMPARN, p241.
- Miranda- Osorio, G; Flores- Valdez C,A; Miranda- Romero L,A; Cruz- Miranda, M (2009). El Nopal como forraje. Rev. Extensión al Campo. UACH. Vol. 2 (10-11): 23-27
- Tabosa, J,B; Simplício, J,J; Tavares F; Dias F,M; Farias, J; Dos santos M,S; Araújo; Da silva F,D; Monteiro M,C,D (2003). Enriched Forage Cactus Meal To Feed Ruminants. IPA – Agricultural and Livestock Research Enterprise, State of Pernambuco – Brazil.

**CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PASTO TOLEDO,
A DIFERENTE FRECUENCIA DE CORTE**

STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF TOLEDO GRASS TO DIFFERENT CUTTING
FREQUENCY

Joaquín CS^{1*}, Joaquín TBM², Hernández GA¹, Enríquez QJF³,
Vaquera HH⁴, Quero CAQ¹, Mendoza PSI¹, Rojas GAR¹

¹Programa de Ganadería, IREGEP, Colegio de Postgraduados, ²Licenciatura en Zootecnia,
Universidad del Papaloapan, ³Campo Experimental La Posta, INIFAP,
⁴Programa de Estadística, CP. santiagojc@colpos.mx

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la frecuencia de corte y época del año en la composición morfológica y características estructurales en pasto Toledo. Se estudiaron tres frecuencias de corte (FC: 4, 5 y 6 semanas después del rebrote) en tres épocas del año (nortes, seca y lluvias), en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Se midió la composición morfológica y relación hoja:tallo. El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando PROC MIXED del paquete estadístico SAS. La interacción frecuencia de corte y época del año fue significativo para los componentes morfológicos hoja, tallo y material muerto ($P < 0.01$). El mayor rendimiento de hoja se presentó en la época de lluvias, seguida por las épocas de nortes y seca, con valores promedio de 5, 061, 3,070 y 551 kg MS ha⁻¹, respectivamente. No hubo efecto de la interacción frecuencia de corte y época en la variable relación hoja:tallo ($P > 0.05$), pero el efecto fue significativo en la relación hoja:no hoja ($P < 0.01$). Los mayores valores en la relación hoja:tallo se presentaron durante la época de sequía, donde en la frecuencia de 4 semanas el 100 % fue hoja. Asimismo, en esta época se obtuvieron los mayores valores en la relación hoja:no hoja con un promedio de 65.8. En conclusión, el mayor rendimiento de hoja se obtuvo al cosechar a las 5 y 6 semanas. La mayor relación hoja:tallo y hoja:no hoja se obtuvo en la frecuencia de corte de 4 semanas durante la sequía. Se sugiere realizar evaluaciones con períodos de estudio de mayor tiempo, además; que involucren el efecto animal en las praderas.

Palabras clave: *Brachiaria brizantha*, Frecuencia de corte, Características estructurales morfológica.

EFFECTO DEL TAMAÑO DE CARIÓPSIDE Y EMBRION EN LA GERMINACIÓN DE DOS PASTOS NATIVOS Y DOS INTRODUCIDOS

EFFECT OF CARYOPSIS AND EMBRYO SIZE IN THE GERMINATION IN TWO NATIVE AND TWO INTRODUCED GRASSES

Filogonio Jesús Hernández Guzmán^{1*}, Adrián Raymundo Quero Carrillo², Paulino Pérez Rodríguez², Susana Elizabeth Ramírez Sánchez³ y María Guadalupe López Ortega⁴

¹INIFAP C.E. San Luis, ²Colegio de Posgraduados, *Campus Montecillo*. ³INIFAP C.E. Tepatitlán, ⁴U.A. Chapingo URUZA. * hernandez.filogonio@inifap.gob.mx

RESUMEN

El comportamiento de la germinación en respuesta al beneficio y tamaño, permite identificar oportunidades de manejo de semillas, para desarrollar alternativas para establecer praderas de temporal en condiciones áridas. El objetivo del trabajo fue evaluar la germinación de dos pastos nativos y dos introducidos, al utilizar cariósides clasificados por tamaño (TCa) con tiempo diferencial de almacenamiento al eliminar las brácteas accesorias. El experimento se realizó en condiciones de laboratorio y se utilizó pasto Banderita y Navajita; así como Buffel y Rhodes. Se eliminaron Brácteas Accesorias (BA) tanto al inicio del experimento (CB) y por otro lado, cada dos meses (CTe) y se clasificó por Tamaño de Cariósides (TC) en grandes (CG), medianos (CM) y chicos (Cch) con tamices. Se sembró sobre papel en base a Semilla Pura Viable (SPV) cada mes en CB y cada dos meses en CT. Se contó germinación de plántulas normales cada 24 horas durante 15 días y se regó cada 48 h con 30 ml de agua destilada. Se extrajo a 100 embriones de cada TC y se obtuvo la relación Embrión:Endospermo (RE:E). Se usó un modelo logístico y se ajustó con SAS. Se observaron diferencias en la germinación por TC y el efecto beneficio fue significativo ($P < 0.01$). En pastos nativos, mayor germinación ocurrió a mayor tamaño de cariósido y embrión, además, la viabilidad se conservó en mejor cuando se mantuvieron las BA, pero la germinación disminuyó en CB en los tres TC ($P < 0.01$). En pastos introducidos germinación fue mayor a mayor TC y el tamaño de embrión no fue determinante en la germinación. La viabilidad se conservó en mejor medida cuando las semillas mantienen las BA, pero germinó en menor medida debido a latencia. Eliminar BA en pastos introducidos provoca mayor germinación. La germinación en Buffel posterior a 15 meses dormancia, mientras en Rhodes se disipó a seis meses. La clasificación de cariósides por tamaño ofrece alternativas para mejorar el establecimiento de plántulas con mayor vigor, que puedan sobrevivir a la sequía interestival.

Palabras clave: sequía interestival, brácteas, dormancia.

INTRODUCCIÓN

El deterioro del suelo en zonas áridas y semiáridas de México es debido a sobre-pastoreo, deforestación y apertura de agostaderos a tierras de cultivo (SEMARNAT, 2009). En el Desierto Chihuahuense de México, actualmente los pastizales cubren aproximadamente 15% o menos de su superficie (PMARP, 2012). Por tanto, al tratar de recuperar áreas de pastizal, la industria semillera debe ofrecer máxima calidad física y biológica de semilla, aspectos influenciados por el ambiente de producción, cosecha y almacenamiento (Mora, 1991; Probert y Hay, 2000). Un indicador sólido de calidad es la pureza física, la cual, es imposible apreciar a simple vista, especialmente por Brácteas Accesorias (BA) que consta de glumas, lemas, paleas, ramillas y aristas, como ocurre en gramíneas comercializadas en México (Quero *et al.*, 2007). Mediante

remoción de BA, los carióspsides pueden embeberse fácilmente y, por tanto, se incrementa la germinación en condiciones ambientales adecuadas (Springer *et al.*, 2001, Larsen y Andreassen 2004), efecto marcado por embrión o tejido circundante en pastos Simpson, 1990; Hilhorst, 1995; Tian *et al.*, 2002). La importancia de clasificar semilla radica que a mayor peso de semilla y embrión, mayor es el área foliar y radicular, que en condiciones de temporal, ayudará a plántulas a sobrevivir la sequía interestival (López-Castañeda *et al.*, 1996). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la germinación de dos pastos nativos y dos introducidos con diferente tiempo de eliminación de brácteas accesorias.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de febrero 2010 a mayo 2011 en condiciones de laboratorio del *Campus* Montecillo, Estado de México. El material experimental consistió de semilla de dos pastos nativos: Navajita (*Bouteloua gracilis*) y Banderita (*B. curtipendula*) y dos introducidos: Buffel (*Cenchrus ciliaris*), variedad Común y Rhodes (*Chloris gayana*), variedad Bell. Para cada gramínea se obtuvo cerca de 0.5 kg de carióspsides al inicio del experimento (CB) y 100 g cada dos meses, llamados Carióspsides Testigo (CTe). Para clasificar por Tamaño de Carióspsides (TCa) se usó tamices, y en Buffel y Banderita las medidas fueron: 0.5, 0.59 y 0.7 mm para carióspsides chicos (Cch), medianos (CM) y grandes (CG), respectivamente y, para Navajita y Rhodes las medidas fueron: 0.42, 0.5 y 0.59 mm para CG, CM y Cch, respectivamente. La viabilidad para TCa para CB y CT se realizó cada cuatro meses con la técnica del tetrazolio (0.1%) y se sembró en base a semilla pura viable (SPV) para ofrecer la misma oportunidad de germinación. Se realizaron pruebas de germinación mensuales en CB de febrero 2010 a mayo 2011 y en CTe cada dos meses a partir de abril 2010 a abril 2011. El porcentaje de viabilidad obtenido cada cuatro meses, sirvió para sembrar en SPV durante cuatro meses tanto en CB como CTe. La siembra de cada TC se realizó sobre papel filtro húmedo en cajas transparentes con 24 horas luz a 22 °C y se regó cada 72 h con 30 ml de agua destilada. Los tratamientos consistieron en la combinación de dos pastos nativos o dos introducidos con tres tamaños de carióspside. Se contó a plántulas normales cada 24 horas durante 15 días (ISTA, 1996) y para analizar a los datos, se utilizó un modelo logístico según Hosmer y Lemeshow (2000) y se ajustó con SAS 9.3. (2009).

RESULTADOS

Se observaron diferencias en pastos nativos, así como entre Cch, CM y CG y por consiguiente y las covariables tiempo y beneficio fueron significativas (Fig. 1; $P < 0.01$). En Banderita y Navajita no se presentó latencia marcada por BA y mayor germinación ocurrió en CTe que CB; ya que se mantuvo en mayor medida la viabilidad. En Banderita en CB, la germinación disminuyó para Cch, CM y CG: 35, 19 y 4% y en CT 22, 13 y 7%, respectivamente. En CB de Navajita disminuyó para Cch, CM y CG: 39, 26 y 24% y en CTe 11, 9 y 7%, respectivamente. Por tanto, mayor germinación se observó a mayor TC y embrión. La probabilidad de germinación de CTe respecto a CB es 1.7 veces mas. Al considerar por especie de pasto, la probabilidad de germinación de Banderita con Navajita es 1.7 veces mayor. En pastos introducidos, la germinación fue diferente entre Cch y CM; Cch y CG, y las covariables tiempo y beneficio fueron significativas ($P < 0.01$). Los pastos exóticos mostraron latencia tanto por BA como por embrión (Fig. 1) y la germinación tendió a aumentar. En Buffel en CB la germinación aumentó para Cch, CM y CG en 51, 67 y 66% y en CT 44, 63 y 62%, respectivamente. En Rhodes la germinación de CB aumentó para Cch, CM y CG en 13, 31 y 48% y en CT aumentó 13, 39 y 56%, respectivamente. Por tanto, Rhodes perdió latencia a seis meses, mientras en Buffel es persistente, pero se observó mayor germinación posterior de 12 meses. La probabilidad de germinación de Rhodes comparada con Buffel es 2.1 veces mayor y el efecto de beneficiar incrementa en promedio en ambos pastos en 0.47 veces mas. El coeficiente asociado al

término cuadrático es negativo y significativo ($P < 0.01$), lo que implica que a medida que pasa el tiempo, la tasa de germinación aumenta y luego disminuye.

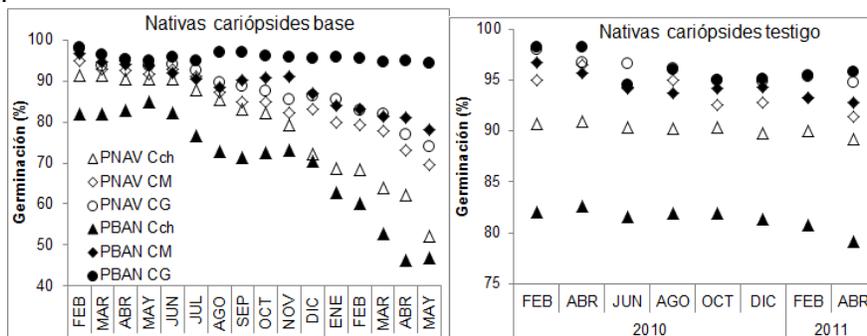
DISCUSIÓN

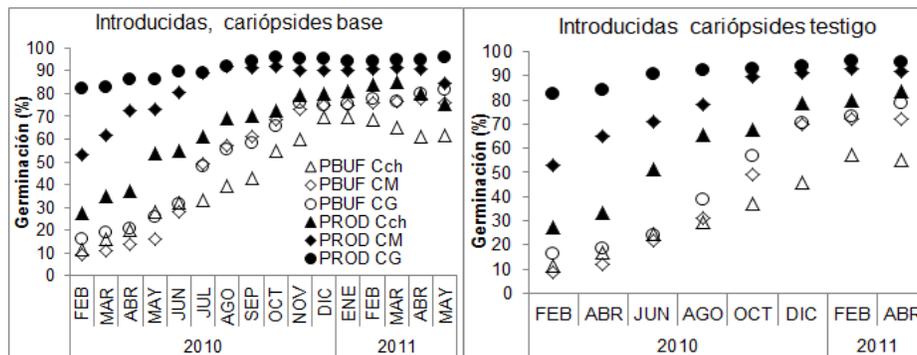
Menor germinación en general se observó en Cch que CM y CG ocurrida en CB y CTe en los cuatro pastos, por cual Springer *et al.*, (2001) afirman que la viabilidad y germinación en semillas de mayor peso, es mayor comparada con semillas chicas. Tanto en pastos nativos como introducidos, mayor germinación ocurrió al remover las estructuras florales; ya que Tian *et al.* (2002), Larsen y Bibby (2004), reportan mayor germinación en *Tripsacum dactyloides* cuando se eliminaron BA y la germinación incrementa casi al 100%. Por lo anterior, Ashby, (1932), López-Castañeda *et al.*, (1996) demostraron que con mayor peso de cariósides y por tanto, mayor peso de embriones, se obtuvieron plantas con mayor peso de raíces y mayor área foliar, y con tales características, tienen mayores posibilidades de sobrevivir a la sequía interestival y llegar a madurez fisiológica.

CONCLUSIONES

En pastos nativos la germinación de cariósides base y cariósides testigo, disminuye a menor tamaño de cariósides y embrión y la viabilidad se conserva en mejor medida con brácteas accesorias y debido a poca latencia, se recomienda eliminar brácteas accesorias de 2 a 3 semanas antes de siembra en campo. En pastos introducidos tanto en cariósides base y cariósides testigo, mayor germinación ocurrió a mayor tamaño de cariósides y el tamaño de embrión no fue determinante en la germinación en Rhodes. En el pasto Rhodes posterior a cinco meses en cariósides base se ha disipado dormancia, mientras en Buffel, la dormancia es marcada en cariósides base posterior a 12 meses. Clasificar cariósides en pastos, es importante para establecer pastos de temporal con mayor éxito en campo y sobrevivir a sequía interestival y lograr mayor establecimiento.

Figura 1. Germinación observada de cariósides base y testigo de dos gramíneas nativas y dos introducidas.





AGRADECIMIENTOS. Se agradece a las Líneas Prioritarias de Investigación LPI11 y LPI16 del Colegio de Postgraduados su valioso apoyo para la realización de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Ashby, E. 1932. Studies in the inheritance of physiological characters. II. Further experiments upob the basis of hybrid vigour and inheritance of efficiency index and respiration rate in maize. Ann of Bot. 184:1007-1032.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. 4ª ed D.F México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hosmer, D. W., and S. Lemeshow. 2000. Applied logistic regression. 2nd ed. Wiley, New York. 392p.
- Hilhorst, H.W.M. 1995. A critical update on seed dormancy I: Primary dormancy. Seed Sci. Res. 6: 61-73.
- International seed testing association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. Seed Sci. and Technology. 24, Supplement. 243 p.
- Larsen, S. U. and B. M. Bybby. 2004. Use of germination curves to describe variation in germination characteristics in three turfgrass species. Crop Sci. 44:891–899.
- Larsen, S.U. and C. Andreasen. 2004. Light and heavy seeds differing germination percentage and mean germination thermal time. Crop Sci. 44:1710–1720.
- López-Castañeda, C., R.A. Richards, G.D. Farquar, and R.E. Williamson. 1996. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor among temperate cereals. Crop Sci. 36, 1257-1266.
- Plan Maestro de la Alianza Regional (PMAR), 2012. Plan Maestro de la Alianza Regional para la Conservación de los Pastizales del Desierto Chihuahuense. Guzmán-Aranda, J.C., J. Hoth y H. Berlanga (Eds.). Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal. 64 p
- Probert, R. J. and Hay F.R. 2000. Keeping seed alive. In: Bewley DJ and Black M (eds.). Seed technology and its Biological basis. CRC press LLC. Great Britain. Pp:390-393.
- Quero, C. A. R., J. F. Enríquez Q. y L. Miranda Jiménez. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o *status quo*. Interciencia; 32: 566-571.
- SAS Institute Inc. 2009. SAS/STAT® 9.3.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Simpson, G.M. 1990. Seed dormancy in grasses. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Springer, T.L., Dewald C.L., Aiken G.E. 2001. Seed germination and dormancy in Eastern Gamagrass. Crop. Sci. 41:1906–1910.
- Tian, X., Knapp A.D., Moore K.J., Brummer E.C., and Bailey T.B. 2002. Cupule removal and caryopsis scarification improves germination of eastern gamagrass seed. Crop. Sci. 42:185–189.

En Pro de la Eficiencia de Hato

"Si queremos plantas con densidad y vigor adecuados, para aprovechar la lluvia y energía solar recurrente, los recursos vegetales del pastizal deben emplearse para superar las épocas de sequía e invierno para lograr conservar y/o incrementar plantas vigorosas y en densidad adecuada, jamás para ingresos "extra"

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DIGESTIBILIDAD DEL PASTO MARALFALFA (*Pennisetum* spp.)

Carlos Urban Häubi Segura¹, José de Jesús Gutiérrez González, Rosalba Martínez Villalobos, Víctor Hugo Franco Olivares, Ma. Guadalupe Acero Godínez, Luis Fernando de Luna Meza, Uriel Enrique Pérez Álvarez, Efraín Islas Ojeda

¹Departamento de Disciplinas Pecuarias, Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Km 3 Carr. a la Posta, Jesús María, Aguascalientes. drhaubi@yahoo.com

RESUMEN

Se evaluó la producción, valor nutricional y digestibilidad del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.), introducido desde Colombia a varias regiones de México como un forraje alternativo para la suplementación de ganado de engorda y lechero. Se muestreó a 30d, 60d, 74d, 81d y 105d después del último corte. Submuestras de forraje verde picado (pasto Maralfalfa verde, pMv) y ensilado (30 días en mini-silos de tubos PVC 2", pMe) fueron analizadas por AQP, Van Soest, digestibilidad *in situ* (DISMS) e *in vitro* (DIVMS) para determinar el punto óptimo de corte, tanto por valor nutricional como económico. La MS incrementó de 8.0 a 18.6% mientras que la PC bajó de 14.8 a 9.9%, la FDN subió de 62.4 a 72.6%, el %TND subió de 56.7 a 60.9%. La DISMS a 48h cayó en forma casi lineal a razón de -0.38% por día de crecimiento. La DIVMS se ajustó al modelo de Orskov & McDonald ($y = a + b(1 - \exp^{-c^1})$), con las fracciones a, b, c para cada corte de: 30d: 35.01, 56.06, 0.043; 60d: 15.71, 58.65, 0.051; 74d: 25.21, 47.00, 0.045; 81d: 27.30, 40.12, 0.051; 105d: 51.72, 44.34, 0.106, respectivamente. El punto de equilibrio económico se alcanzó después de los 30d con óptimo entre 3 y 4 meses. La alta densidad de siembra (surcos 50 cms; 14.4 plantas/macollo; 57 plantas/m²) logró una producción anualizada máxima de 72 ton MS/ha/año y 7.1 ton PC/ha/año (corte 105d), con costo de \$0.50/kg MS. El pasto Maralfalfa es una alternativa económica para pequeños productores, pero requiere manejo, riego semanal (lámina 7-8cms) y fertilización acorde a producción.

Palabras clave: Pasto Maralfalfa, *Pennisetum* spp., digestibilidad *in situ* e *in vitro*

INTRODUCCIÓN

El pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.), es una gramínea tropical derivada de los *P. purpureum* (Pasto Uganda, Elefante, King Grass, etc.) proveniente de Colombia con alta producción (200 ton BH/ha/corte), que puede darse al ganado de engorda o de leche en forma verde picado o ensilado (Carreño, 2010; Correa Cardona *et al.*, 2010). La literatura comercial menciona altos niveles de proteína cruda (entre 10.9% y 13.4 %PC en MS (Osorio, 2004; Betancourt, 1994, respectivamente), sin embargo, en estos trabajos no se presentan resultados de su digestibilidad ni de su aporte nutricional a lo largo de las diferentes fases de crecimiento fenológico. El propósito de este proyecto de investigación fue determinar el valor nutricional y de digestibilidad *in vitro* e *in situ* del pasto Maralfalfa a diferentes cortes fenológicos para determinar si resulta en verdad un cultivo alternativo para otros forrajes de corte, como el ensilado de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron muestras de pasto Maralfalfa de una parcela demostrativa ubicada en el municipio de Aguascalientes, Ags., (clima BS1hw, 1840 msnm, precipitación media anual de 500mm). El riego se realizó de forma semanal (lámina: 7 a 8 cm, rodado). Se muestreó a los días 30, 60, 74, 81, 105 después del corte previo (12 a 18 tallos de diferentes macollos), se midieron y pesaron

para obtener valores de talla y peso en base húmeda (BH), así como número y tamaño de las hojas. Una submuestra se cortó y procesó para obtener el pasto Maralfalfa verde (pMv) mientras que otras muestras se dejaron a secar en sombra durante 48 horas para finalmente picarlo y ensilarlo en mini-silos (tubos PVC 2" x 12") durante 30 días (pasto Maralfalfa ensilado, pMe).

Las muestras se molieron (molino Retch-Müller, Tecator, Francia; molino Thomas-Wiley modelo 3383-L10, Thomas Scientific, Swedesburg, NJ, EUA) hasta pasar por un tamiz de 2.0 mm. Los análisis químicos proximales (AQP: MS, Cenizas, EE, FC, PC y ELN) se realizaron según la AOAC (1990) y los componentes de la pared celular (FDN, FDA, y Lignina) según Van Soest (1991) utilizando un equipo de digestión de fibras ANKOM Fiber Digestor (ANKOM Technologies, Macedon, NY). El cálculo de energía se realizó a partir del Total de Nutrientes Digestibles (TND), según el NRC de ovinos de 1985, para obtener la Energía Digestible ($ED = \%TND * 4.409/100$) y la Energía Metabolizable ($EM = \%TND * 3.615/100$).

La Digestibilidad *in situ* de la Materia Seca (DISMS) del pMe se realizó según la técnica de la bolsa de Nylon (Mehrez y Orskov, 1977) con tiempos de permanencia en rumen de 0, 6, 12, 18, 24, 36, 48, 72, 96 y 120; se incluyeron muestras control de otros forrajes: heno de alfalfa (Alf), rastrojo de maíz (RM), ensilado de maíz (SM) y paja de cebada (Ceb). Para la Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca (DIVMS) se utilizaron dos equipos ANKOM Daisy^{II} Incubator y bolsas filtro F57 (ANKOM Technologies, Macedon, NY). Los residuos fueron utilizados en la determinación de componentes de la pared celular (FDN) para obtener la digestibilidad verdadera *in vitro* (IVTD). Se ajustaron las curvas con el modelo de regresión no lineal de Orskov & McDonald (1979): $Y = a + b(1 - e^{-ct})$, donde Y es la degradación real después del tiempo "t" de incubación, "e" es el exponencial, "a" es el intercepto de la curva de la degradación a tiempo cero (fracción soluble), "b" es la degradabilidad potencial de los componentes que pueden ser degradado (fracción potencialmente digestible), "c" es la tasa constante de degradación de "b", "a+b" es la degradabilidad total.

Para estudiar la producción de forraje, la calidad nutricia del forraje y el efecto del ensilaje se utilizó un análisis de varianza para un diseño completamente al azar, ($P < 0.05$; Statgraphics, Centurion XV). Para el análisis del valor nutricional, DISMS y DIVMS se utilizó un diseño completamente al azar con el tiempo después de corte (30d, 60d, 74d, 81d, 105d) y comparándolo contra cuatro forrajes de corte (heno de alfalfa, paja de cebada, rastrojo de maíz y ensilado de maíz) utilizando una comparación múltiple de medias ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pasto Maralfalfa alcanzó una altura de más de 3.50 metros en 3 meses y un peso más de 600 gramos en base húmeda por planta (200 ton BH/ha/año), aunque el contenido de humedad de la misma es muy alto (de >90% a 30d hasta 81.4% a 105d) lo que reduce la producción de materia seca real (71.3 ton MS/ha/año, calculado). Conforme la planta crece, incrementa el porcentaje de MS correspondiente al tallo y disminuye la proporción de hojas. La relación entre tallo y hoja es cercana a uno al inicio del crecimiento pero va incrementando en forma casi lineal hacia el final del mismo (Cuadro 1).

La producción de MS incrementó en forma casi lineal (0.85 ton/ha/día, $r^2 = .836$, $P < 0.01$). Asimismo, debido a un decremento lineal en la digestibilidad (DISMS a 48h: $c = -0.38\% \text{ día}^{-1}$, $r^2 = 0.952$, $P < 0.01$), la producción de MS Digestible (MSD) tuvo un incremento lineal de menor magnitud, de sólo 0.51 ton MS/ha/día ($r^2 = 0.809$, $P < 0.01$). La composición nutricional varió con respecto al tiempo de corte y el efecto del ensilado, mostrándose reducción en la PC e incremento en la FDN (Cuadro 2).

La DISMS del pMe a 48h disminuyó con el desarrollo fenológico del mismo, donde la tasa de esta reducción fue de -0.38% por día de crecimiento. La DISMS del pMe de 30 días presenta un lugar intermedio entre el heno de alfalfa de alta calidad y el ensilado de maíz, el cual es similar al del pMe de 60d pero mejor que el pMe de 74d, el cual a su vez es mejor al rastrojo de maíz y a la paja de cebada. Finalmente, no se encontraron diferencias entre los pMe de 81 y 105 días, los cuales tienen una digestibilidad similar al del rastrojo de maíz y de la paja de cebada.

La DIVMS y la digestibilidad verdadera *in vitro* (IVTD) del pMv disminuyó con el desarrollo fenológico, sin embargo, fue mejor que el silo de maíz, la paja de cebada, el rastrojo de maíz pero no fue mejor que el heno de alfalfa (Cuadro 3). La discusión sobre el potencial de utilizar el pasto Maralfalfa como un forraje alternativo en la alimentación animal gira en torno a cuatro aspectos: 1. Producción de MS. El pasto Maralfalfa puede plantarse a una mayor densidad (hilera separadas 50 cm) y crece en macollos de 10 a 30 plantas (promedio de 14.4 tallos por macollo); se calculó un total de 54.7 plantas/m² (547'000 plantas/ha) y una producción de 72 ton MS/ha a 105d.

Cuadro 1. Crecimiento del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) a diferentes etapas de crecimiento fenológico (30, 60, 74, 81 y 105 días después del corte).

		30d	60d	74d	81d	105d	EE
Longitud (cm)	Tallo	102.25 ^a	127.71 ^b	173.14 ^d	234.83 ^f	217.25 ^e	0.04
	Hoja	54.25 ^a	119.14 ^{cd}	127.57 ^{ef}	136.83 ^f	105.88 ^b	
	Total	156.5 ^a	246.86 ^c	302.14 ^c	371.67 ^g	323.13 ^{ef}	
Peso BH (g)	Tallo	126.83 ^a	200.57 ^b	442.70 ^d	504.33 ^{de}	550.75 ^e	
	Hoja	47.33 ^b	26.57 ^a	102.00 ^d	109.00 ^{de}	116.75 ^e	
	Total	174.17 ^a	227.14 ^a	544.71 ^c	613.33 ^{cd}	667.50 ^d	
Peso MS (g)	Tallo	6.91 ^a	20.72 ^b	36.61 ^c	63.80 ^d	88.12 ^e	
	Hoja	7.82 ^a	5.184 ^a	26.14 ^d	31.29 ^e	36.02 ^f	
	Total	14.00 ^a	26.21 ^b	58.01 ^c	94.33 ^e	124.16 ^f	
MS (%)	Tallo	5.45 ^a	10.33 ^c	8.27 ^b	12.65 ^d	16.00 ^e	
	Hoja	16.53 ^a	19.51 ^b	25.63 ^c	28.71 ^d	30.85 ^e	
	Total	8.04 ^a	11.54 ^b	10.65 ^b	15.38 ^c	18.60 ^d	
Relación Tallo-Hoja	%Tallo	49.73 ^a	78.61 ^e	63.01 ^b	67.62 ^c	70.83 ^d	
	%Hoja	57.81 ^d	22.18 ^a	45.37 ^c	34.09 ^b	29.28 ^b	
	Rel.	0.87 ^a	3.87 ^d	1.40 ^{ab}	1.99 ^{bc}	2.45 ^c	
Producción de forraje	MSP ¹ (ton/ha/año)	8.23 ^a	15.05 ^a	33.30 ^b	54.15 ^c	71.27 ^d	
	DISMS ² a 48h (%)	90.22 ^a	74.85 ^b	67.93 ^c	68.47 ^c	62.43 ^d	
	MSD ³ (ton/ha/año)	7.421 ^a	11.262 ^a	22.620 ^b	37.074 ^c	44.491 ^d	

¹MSP = Cálculo de materia seca producida por año. ²DISMS = Digestibilidad *in situ* de la materia seca a 48 horas. ³MSD = Cálculo de la materia seca digestible producida por hectárea y por año. Valores medios en cada fila seguidos de la misma literal son estadísticamente similares LSD (P>0.05).NOTA: Se observa un incremento repentino de la MS a los 60d de crecimiento debido a una sequía que afectó al cultivo durante ese período.

2. Animales por Ha. A dos cortes completos por año se pueden obtener 144 ton MS/ha, suficientes para mantener a 29.2 UA/ha durante todo el año (CMS = 3% PV). En comparación, la producción anualizada de ensilado de maíz en verano y triticale en invierno puede producir en conjunto 38 ton MS/ha por año y mantener únicamente a 7.7 UA/ha.

Cuadro 2. Composición nutricional del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) según su desarrollo fenológico (tiempo de crecimiento después de corte).

Nutrientes ¹	Tiempo de crecimiento (días)				
	30d	60d	74d	81d	105d
%MS	8.04 ±0.17	11.6 ±0.25	11.54 ±0.24	15.38 ±0.33	18.6 ±0.39
%PC	14.86 ±0.32	12.43 ±0.26	9.1 ±0.19	13.06 ±0.28	9.9 ±0.21
%FDN	62.42 ±1.32	70.58 ±1.5	71.35 ±1.51	73.76 ±1.56	72.57 ±1.54
%TND ²	56.75 ±1.2	55.31 ±1.17	56.78 ±1.2	55.95 ±1.19	60.88 ±1.29
ED (Mcal/kg MS)	2.5 ±0.05	2.44 ±0.05	2.5 ±0.05	2.47 ±0.05	2.68 ±0.06
EM (Mcal/kg MS)	2.05 ±0.04	2.00 ±0.04	2.05 ±0.04	2.02 ±0.04	2.2 ±0.05

¹ Todos los valores en base materia seca 100%

² Total de Nutrientes Digestibles, Energía Digestible y Energía Metabolizable según NRC de ovinos (NRC, 1985)

Cuadro 3. Parámetros para la Digestibilidad *in vitro* Verdadera (IVTD) según el modelo de regresión no-lineal de Ørskov&McDonald (1979), donde $Y = a + b(1 - e^{-ct})$

Parámetros	30d	60d	74d	81d	105d	Alfalfa	Cebada	Rastrojo	Silo Maíz
Fracción soluble (a)%	35.01	15.71	25.21	22.45	27.30	51.72	19.30	23.65	35.63
Fracción digestible (b)%	56.06	58.65	47.00	59.34	40.12	44.34	47.56	50.54	45.37
Tasa de degradación (c)	0.043	0.051	0.045	0.045	0.051	0.106	0.028	0.017	0.032
R ²	99.21	97.51	99.28	97.17	99.04	97.29	88.88	92.37	84.33
SEE	1.68	3.20	1.356	3.43	1.35	2.49	5.27	3.84	6.30
MAE	1.17	2.08	1.067	2.33	0.96	1.871	2.62	3.04	4.30

SEE: Error estándar del Estimado, MAE: Error absoluto de la Media

NOTA: La representación gráfica de las curvas generadas con estos parámetros permite realizar predicciones de la digestibilidad a diferentes tiempos.

3. Calidad nutricia: Proteína Cruda. Los valores de la literatura comercial sugieren niveles de PC altos (>15%PC), que son probables para plantas de menos de 30 días de crecimiento, sin embargo, conforme se desarrolla la planta hay una disminución casi lineal del %PC, pero la cantidad de PC total por hectárea incrementa (Cuadro 4).

Cuadro 4. Producción de proteína cruda por hectárea por año del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) calculada a partir de valores de PC según desarrollo fenológico.

	Desarrollo fenológico (días de crecimiento)				
	30d	60d	74d	81d	105d
%PC	14.86	12.43	9.1	13.06	9.9
MSP Ton	8.23	15.05	33.3	54.15	71.27
Ton PC/ha/año	1.22	1.87	3.03	7.07	7.06

4. Costo de producción. Se calculó asumiendo costos iguales a los de la producción de maíz forrajero para ensilado. Los costos fijos de implantación del pasto Maralfalfa fueron de \$27'500 por hectárea (adquisición de la "semilla" \$12'000, labranza \$5'900, fertilización inicial \$5000 y riego inicial \$2600), mientras que los costos variables mensuales incrementaron el costo en \$4'850 por mes (fertilización \$250, riego \$2'600, mano de obra \$2000). Los costos totales incrementan linealmente a partir del 2º mes, sin embargo, el costo marginal por unidad de materia seca producida disminuyó con el crecimiento de la planta (desde \$1.168 a 30d hasta \$0.500 a los 105d, \$/kg MS); este crecimiento se debió principalmente al incremento en el grosor del tallo y en la materia seca de la misma. El punto de equilibrio se alcanza poco después de los 30d, alcanzando un nivel similar desde los 60d hasta los 105d, lo que sugiere que la planta puede cortarse entre los 2 y 4 meses sin afectar a la economía del rancho.

CONCLUSIONES

La producción y el valor nutritivo del pasto Maralfalfa son una alternativa para la alimentación del ganado lechero en la región de Aguascalientes. Los resultados obtenidos y la discusión anterior muestran que este pasto sí puede ser económicamente rentable, sin embargo es necesario tomar en cuenta ciertos la alta humedad y los altos requerimientos de agua.

AGRADECIMIENTOS. Los autores agradecen al PROMEP/SEP y a la UAA por los recursos económicos otorgados para la realización del presente trabajo de investigación. En forma especial se agradece al Ing. Alberto Castillo Durón por el material biológico y asesoría para este proyecto.

LITERATURA CITADA

- ANKOM Technology. (2005). *Operator's Manual. Daisy^{II}-200/220 Incubator*. ANKOM Technologies, Macedon, New York, US.
- Carreño, JA. (2010). *Manual de Siembra, Cultivo y Manejo de Pasto Maralfalfa*. San Cristóbal, Táchira, Venezuela. URL: <http://www.maralfalfa2.com/manual-de-siembra-y-cultivo-de-los-pastos-maralfalfa-taiwan-y-king-grass/>
- Correa Cardona, HJ, Arroave, H, Henao, Y, López, A., Cerón, JM (2010). *Pasto Maralfalfa - Mitos y Realidades*. Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Colombia. URL: <http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/panimal/docs/Maralfalfa.pdf>.
- Ørskov, E.R and McDonald, I (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, 92:499-503.
- Mehrez, AZ and Ørskov, ER (1977). A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *journal of agricultural science cambridge*, 88:645-650.
- Orskov, ER, Hovell FD and Mould FL (1980). The use of the nylon-bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*, 5: 195-213.
- Osorio, F (2004). *Efecto del manejo alimentario sobre el sistema especializado de producción lechera*. En: Memorias Seminario Nacional de Lechería Especializada: Bases Nutricionales y su Impacto en la Productividad.
- Van Soest, PJ, Robertson, JB and Lewis, BA (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 473-481.

EVALUACION DE VARIEDADES DE SORGO PARA FORRAJE EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

EVALUATION OF FORAGE SORGHUM VARIETIES IN NORTHERN TAMAULIPAS

Rubén D. Garza C.¹; Jaime Flores T.², Manuel de la Garza C.¹ y Samuel Puente G.³

¹Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, ²Asociación Agrícola Local de Río Bravo A. C. y
³NuSEED México S.A de C.V. ¹km 61 carretera Matamoros-Reynosa, Río Bravo, Tam. CP 88900,
²Carretera a Matamoros km. 65 s/n Celanese, Río Bravo, Tam. CP. 88920
³Purisma # 3237. Esq. López Mateos, 3er piso, Col. Chapalita, C.P. 44500, Guadalajara, Jalisco
garza.ruben@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el potencial de rendimiento de forraje en cinco variedades de sorgo. El trabajo se realizó en el ciclo O-I 2012 en el C. E. Río Bravo, Tam. Las variedades evaluadas fueron Caramelo NC, Silo dulce, Rayo verde, Gota de miel y Gota de miel CL, las cuales se distribuyeron en campo bajo el diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. La siembra se realizó en marzo de 2013, con una densidad de 14 kg ha⁻¹ de semilla comercial. Se aplicó un riego de auxilio a los 30 días después del riego de siembra. 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. Las relaciones entre las variables de establecimiento con el rendimiento de materia verde se realizaron mediante análisis de correlación. Para el rendimiento de materia verde se observó un comportamiento similar entre variedades (P>0.05), con un rendimiento promedio de 23.9±4.06 t ha⁻¹. Para la altura de planta, se observó una amplia variación (P<0.05) entre las variedades estudiadas, con una mayor altura de planta en la variedad Rayo verde (202.66 cm), seguido de Silo dulce (188.16 cm) y Caramelo NC (187.0 cm), mientras que en Gota de miel CL se presentó la menor altura. La AP presentó una correlación positiva y significativa con RMV. Se concluye que las variedades de sorgo Caramelo NC, Silo dulce, Rayo verde, Gota de miel y Gota de miel CL, presentaron un comportamiento similar en la producción de materia verde, por lo que pueden ser consideradas como una alternativa para el establecimiento de cultivos forrajeros que ayuden a mejorar la alimentación animal en el norte de Tamaulipas.

Palabras clave: Sorgo forrajero, variedades, rendimiento.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the potential of forage yield in five varieties of sorghum. The work was performed in 2012 in season O-I 2012 in the E. S. Rio Bravo, Tam. The varieties evaluated were Caramelo NC, Silo dulce, Rayo verde, Gota de miel and Gota de miel CL, which were distributed in field under complete block design with three replications. Sowing was done in March 2013, with a density of 14 kg ha⁻¹ of commercial seed; irrigation was applied relief at 30 days after planting irrigation. The variables were plant height (PH) and green matter yield (GMV). Analysis of variance was performed, using as covariate the number of plants per meter. The relationships between the variables of establishment with green matter yield were performed using correlation analysis. For GMV similar behavior was observed between varieties (P> 0.05), with an average yield of 23.9 ± 4.06 t ha⁻¹. For plant height, there was a wide variation (P<0.05) between the varieties studied, with a height greater variety plant in Rayo verde (202.66 cm), followed by Silo dulce (188.16 cm) and Caramelo NC (187.0 cm), while Gota de miel CL showed the lowest height. The PH presented a significant positive correlation with GMV. It is concluded that sorghum varieties

Caramelo NC, Silo dulce, Rayo verde, Gota de miel and Gota de miel CL, showed a similar pattern in the production of green matter, so it can be considered as alternative crop establishment forage to help improve animal feed in Northern Tamaulipas.

Keywords: Forage sorghum, varieties, yield.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción extensivos del norte de Tamaulipas utilizan principalmente las especies forrajeras nativas y gramíneas introducidas, donde el zacate buffel es particularmente importante para la ganadería regional, y prueba de ello es que en el noreste de México existen cerca de 1.2 millones de hectáreas de praderas establecidas con esta variedad (Gómez *et al.*, 2007). Sin embargo, los sistemas extensivos la producción forrajera dependen de la precipitación pluvial y la época del año, disminuyendo la disponibilidad de forraje durante el periodo de invierno e inicios de primavera, ocasionando con ello pérdidas para la ganadería. Por lo anterior, los sorgos forrajeros son una buena opción de utilización en el ciclo otoño-invierno por ser especies de rápido crecimiento y presentar rendimientos aceptables en condiciones de baja precipitación, llegando a producir entre 20 y 30 t ha⁻¹ de forraje verde en áreas de temporal de Quiriego, Sonora (Cabanillas *et al.*, 2012), además los sorgos forrajeros tienen la característica de poder usarse bajo condiciones de pastoreo, o implementando la conservación de forraje en forma de henificando o ensilado (Basurto, 2009). Además, este forraje tienen una alta capacidad de rebrote; característica que permite realizar hasta tres cortes por ciclo. El objetivo del trabajo fue evaluar el potencial de rendimiento de forraje en cinco variedades de sorgo 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. La preparación del terreno consistió en un paso de rastra a una profundidad de 20 cm. Las variedades evaluadas fueron Gota de miel®, Caramelo NC®, Silo dulce®, Gota de miel CL® y Rayo verde® (propiedad de Nuseed), las cuales se distribuyeron en campo bajo el diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. La fecha de siembra fue el 22 de marzo de 2013. 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 comercial. Se aplicó un riego de auxilio a los 30 días después del riego de siembra. Las variables de respuesta fueron altura de planta y rendimiento de materia verde. La cosecha se realizó a los 60 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. Las relaciones entre las variables de establecimiento con el rendimiento de materia verde se realizaron mediante análisis de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el rendimiento de materia verde se observó un comportamiento similar entre variedades ($P > 0.05$), con un rendimiento promedio de 23.9±4.06 t ha⁻¹ (Figura 1). Los rendimientos de forraje obtenidos en el presente estudio, resultaron inferiores a lo reportado por Núñez y Faz (2004), quienes obtuvieron rendimientos de forraje verde desde 24.52 a 28.60 t ha⁻¹ en variedades Beefbuilder, Field master, KF-429 y Silo master. De la misma manera, el rendimiento de forraje obtenido en el presente trabajo para Gota de miel fue superior a lo reportado por Cabanillas *et al.* (2012), en Sonora, México (20.8 t ha⁻¹). Asimismo, el rendimiento de forraje verde obtenido en Caramelo NC fue mayor a lo reportado por estos autores, quienes obtuvieron valores de 14.0 t ha⁻¹.

Por otro lado, el comportamiento anterior difiere a lo reportado por González y Ortega (2000), en el sur de Tamaulipas, donde indican que el sorgo forrajero alcanzó rendimientos promedio de 26.3 t ha⁻¹ de materia verde. Para la altura de planta, se observó una amplia variación ($P < 0.05$) entre las variedades estudiadas (Fig. 2), con una mayor altura en la variedad Rayo Verde (202.66 cm), seguido de Silo dulce (188.16 cm) y Caramelo NC (187.0 cm), mientras que en Gota de miel CL se presentó la menor altura. La altura de planta obtenida en el presente estudio para Gota de miel fue inferior a la reportada por Cabanillas *et al.* (2012), en Sonora, México (193.0 cm). Por el contrario, la altura obtenida en Caramelo NC fue mayor a la reportada por los mismos autores, quienes obtuvieron valores de 177 cm. Del mismo modo, los valores obtenidos en altura se encuentran dentro del rango de variación reportado por Ávila *et al.* (2000), quienes obtuvieron valores promedio de 190 cm en evaluaciones con sorgos forrajeros en el ciclo P-V en el sur de Tamaulipas.

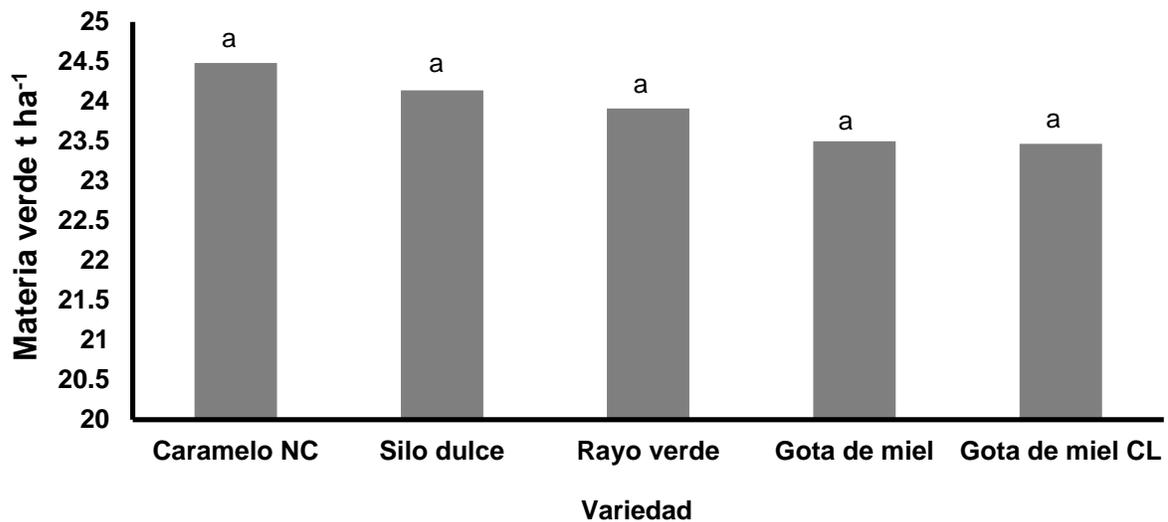


Figura 1. Rendimiento de materia verde (t ha⁻¹) en variedades de sorgo forrajero en el norte de Tamaulipas.

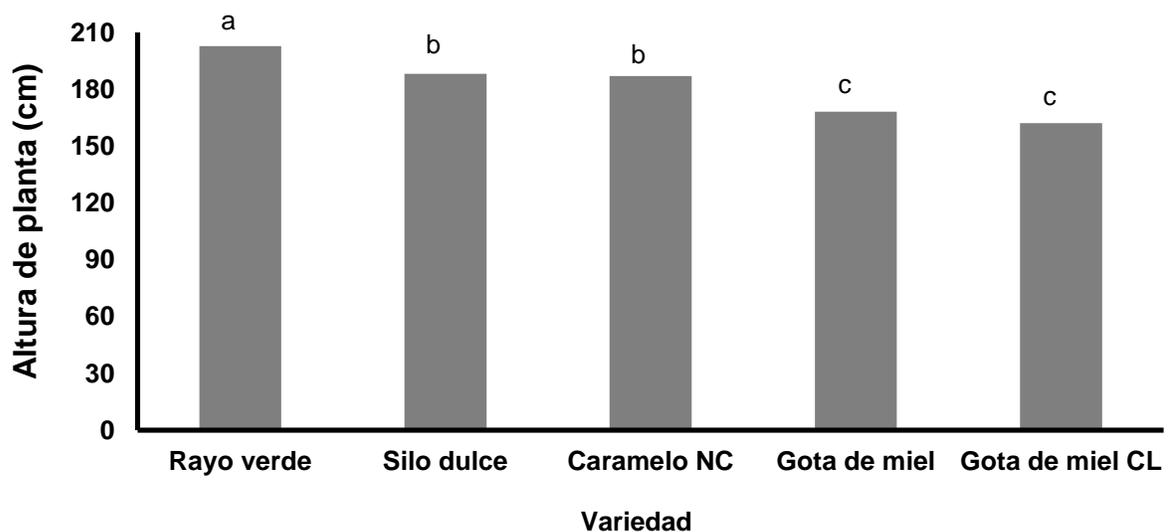


Figura 2. Altura de planta (cm) en variedades de sorgo forrajero en el norte de Tamaulipas.

El análisis de correlación entre las variables de establecimiento y el rendimiento en las variedades de sorgo indicó correlaciones positivas significativas entre la altura de planta y materia verde ($r=0.64$), lo cual indica que esta variable es determinante sobre el rendimiento de materia verde obtenido en cada una de las variedades de sorgo estudiadas.

CONCLUSIONES

Se concluye que las variedades de sorgo Caramelo NC, Silo dulce, Rayo verde, Gota de miel y Gota de miel CL, presentaron un comportamiento similar en la producción de materia verde, por lo que pueden ser consideradas como una alternativa importante para el establecimiento de cultivos forrajeros que ayuden a mejorar la alimentación animal en el norte de Tamaulipas.

LITERATURA CITADA

- Ávila, C. J. M., Ortega S. J. A., González V. E. A. y González P. M. A. 2000. Evaluación de cinco densidades de siembra de sorgo forrajero en Aldama, Tamaulipas. XVII Día del Ganadero. Publicación Especial No. 12. INIFAP-CIRNE. p. 44.
- Basurto, K. V. M. 2009. 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. p. 11-22.
- Cabanillas, R., Ibarra G. D., Ortega C., Burboa F. R. y Morales A. 2012. 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. pp. 28-32.
- Gómez de la F. E., Díaz S. H., Saldivar F. A., Briones E. F., Vargas T. V. y Grant W. E. 2007. Patrón de crecimiento de pasto buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) Sin. *Cenchrus ciliaris* L.] en Tamaulipas, México. Téc Pecu Méx 45(1):1-17.
- González, P. M. A. y Ortega S. J. A. 2000. 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. p. 31.
- Núñez, H. G. y Faz C. R. 2004. 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. pp. 208.
- SAS. 2004. STAT/SAS User's Guide, release 9.1 ed. SAS Institute, Cary, NC.

REPELENCIA ANTIGARRAPATA DE ALGUNOS PASTOS SOBRE LAS LARVAS DE GARRAPATA *Amblyomma cajennense*

Martínez González Sergio, Iriarte Del Hoyo Primitivo Gabriel,
Gómez Danes Alejandro A, Loya Olguin J. Lenin

Cuerpo Académico de Producción y Biotecnología Animal, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera de cuota Chapalilla-Compostela KM 3.5, Compostela, Nayarit, México. C.P. 63700. sergiotepic@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue determinar la repelencia de los pastos *Melinis minutiflora*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha* y *Cenchrus ciliaris* sobre las larvas de garrapata *Amblyomma cajennense*. En el experimento se usaron 24 parcelas de 35 m² a una distancia entre ellas de 1 m, cada una delimitada en cinco unidades de muestreo de 5 x 1 m de ancho, pasillo de 0.5 m entre unidad muestreada, las cuales fueron infestadas con 5,000 larvas de *A. cajennense*; su efecto se evaluó en la recuperación de las larvas por el método de Bandera a doble recorrido en los tiempos de 7, 14, 21 días de post-infestación. Los resultados se analizaron por medio PROC GLM y Tukey (P<0.05), observándose en *M. minutiflora* el menor promedio (2.41 ± 1.26) de larvas recuperadas (P<0.05) que el resto de los tratamientos, en *Cenchrus ciliaris* (600.89 ± 131.74), *Andropogon gayanus* (72.48 ± 63.24) y *Brachiaria brizantha* (57.32 ± 53.90). Se concluye un efecto anti-garrapata en *M. minutiflora*, *A. gayanus*, *B. brizantha*, no así en *Cenchrus ciliaris*, manifestado en el número de larvas recuperadas de *A. cajennense* en los pastos descritos.

ABSTRACT

Our objective was determine *Melinis minutiflora*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha* and *Cenchrus ciliaris* repellence on *Amblyomma cajennense* larvae. This experiment using 24 plots of 35 m² each at a distance of 1 m between them, each enclosed in five sampling units of 5 x 1 m wide, 0.5 m aisle between sampled unit, which were infested with 5,000 *A. cajennense* larvae, its effect was evaluated on larvae recovery by double route flag method at 7, 14, 21 days post-infestation. Results were analyzed using PROC GLM and Tukey (P <0.05). *M. minutiflora* presented the lowest average (2.41 ± 1.26) of larvae recovered (P <0.05) compared to other treatments, (600.89 ± 131.74, 72.48 ± 63.24, and 57.32 ± 53.90 in *Cenchrus ciliaris*, *Andropogon gayanus*, and *Brachiaria brizantha*, respectively). We conclude an anti-tick effect of *M. minutiflora*, *A. gayanus*, *B. brizantha*, but not in *Cenchrus ciliaris*, due to the number of *A. cajennense* larvae recovered from these pastures.

Keywords: anti-tick effect, *Melinis minutiflora*, *Amblyomma cajennense*.

INTRODUCCIÓN

En el área tropical, de los problemas económicos que trascienden en la ganadería bovina es las consecuencias de la garrapata y las enfermedades que derivan al humano. En México se estima que las garrapatas y sus derivaciones producen pérdidas a los vacunos en aproximadamente 48 millones de dólares (USD) anuales. Por su importancia económica y sanitaria, *Boophilus* es el principal género bajo control y erradicación en el país, aunque también el género *Amblyomma* tiene relevancia por el deterioro directo que ocasiona a los animales. La distribución geográfica de *B. microplus* en México engloba la zona tropical, templada y árida, cubre 1,043,772 Km², representa que reside en el 53.0% del territorio nacional; *B. annulatus* muestra mayor afinidad por la zona árida y templada en una superficie aproximada de 539,087 Km² (27.0% del país); y para *Amblyomma cajennense* la distribución es de 609,857 Km², que representa el 31% (Rodríguez, 2006).

El principal método de control de la garrapata es la aplicación de acaricidas químicos, sin embargo el uso frecuente e indiscriminado de productos puede favorecer el desarrollo de cepas de ácaros resistentes a éstos y poseer un efecto secundario al medio ambiente, así como influir en la presencia de residuos químicos en los alimentos de origen animal (Murgueitio *et al.*, 2010; Fernández y Bettencourt, 2008; y Rodríguez, 2005).

El actual control está basado casi exclusivamente en la aplicación de garrapaticidas en la fase parasita (en el huésped está cerca del 5% de la población de parásitos), siendo que en los forrajes existe una gran población disponible (alrededor del 95%) para infestar o reinfestar al hospedador (Saueressig, 2002). En años recientes el uso de medidas de control no químico, ha tomado especial atención, con la idea de favorecer el desarrollo de programas de control integrado, entre éstas opciones se encuentra la aplicación de medidas de modificación del hábitat, uso de razas resistentes, quema controlada, control biológico, el corte de vegetación que reducen entre un 50 a 85% la densidad de garrapata por hectárea, así como el utilizar algunas plantas con características de repelencia a la garrapata (Kaaya, 2000; Quiroz, 2000; Fernández, 1999; y Frish, 1999).

Ensayos realizados en plantas forrajeras demostró que *Melinis minutiflora*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, *Hiparrhenia rufa*; y las leguminosas *Stylosanthes humilis*, *S. hamata*, *Gynandropsis ginandra*, *Leucaena leucocephala*, *Macroptilium atropurpureum*, presentan efecto anti-garrapata al haber contacto del ácaro al forraje (Fernández, 2004; Muro *et al.*, 2004; Gohole *et al.*, 2003; Muro, 2003; Lwande, 1999; Prates, 1998; Mwangi, 1995; Hernández, 1989; Hernández, 1982; y Thompson, 1978).

De las forrajeras mencionadas, la de mayor importancia al efecto de la garrapata es el pasto gordura (*Melinis minutiflora*), Poaceae de zona tropical y subtropical, se caracteriza por secretar oleoresina por sus tricomas en hoja y tallo, responsables de un fuerte olor a melaza; al ganado en inicio no le agrada su consumo por este olor, pero se adapta y lo ingiere en buena medida; la secreción propicia el efecto antigarrapata que ahuyenta o repele, además se presenta el efecto ixodicida, especialmente en la fase de larva. Esta consecuencia ha sido evaluada a nivel de parcela y en laboratorio en las especies *Boophilus microplus* y *Rhipicephalus appendiculatus* a través de la presencia de un compuesto químico volátil, como posible responsable del efecto repelente (Muro *et al.*, 2004).

Otras gramíneas tropicales tienen la característica de repeler o atrapar larvas de garrapata que afectan al vacuno en pastoreo, en particular larvas de *Boophilus sp* y *Amblyomma sp*, el caso más estudiado es en *Melinis minutiflora* con las características descritas, otros son el pasto insurgentes (*B. brizantha*) y llanero (*A. gayanus*). El efecto repelente en *B. brizantha* es a través de sus vellosidades finas que proliferan del macollo, lo que origina una secreción densa con olor especial que repele las larvas. En *A. gayanus* corresponde el resultado por alta densidad de largos vellos no glandulares, se manifiesta excelente en plantas maduras de 6 meses, característica que impide que la larva ascienda a la punta de la hoja para esperar al hospedero, lo que este tipo de plantas podrían ser una alternativa para un programa de manejo integrado de plaga (MIP), es decir forraje anti-garrapata contra la fase larvaria de *A. cajennense* en el pastizal (Fernández *et al.*, 2004a).

Estos piensos reflejarían como barrera del tropismo ascendente de la larva en la vegetación, lo cual es decisivo en la etapa de búsqueda del animal hospedero. Así se estimula una disminución de larvas que los infesten, por tanto una disminución poblacional del ácaro en la pradera (Muro *et al.*, 2004; Souza 2011; Cruz y Fernández, 2000; y Prates, 1998). Además de haber el uso adecuado de pasto anti-garrapata, se obtendría optimizar y disminuir el uso o aplicación de los productos ixodicidas, generando un uso racional. De esta forma al haber información del potencial infestante de larvas de *A. cajennense* en el trópico, se estudia la consecuencia en estas gramíneas, ya que la especie *A. cajennense* es de las de mayor impacto en los bovinos.

Por tanto el objetivo del estudio fue determinar la repelencia de los pastos *Melinis minutiflora*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha* y *Cenchrus ciliaris* sobre las larvas *Amblyomma cajennense*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en un sitio del Ejido de Mora, municipio de Tepic Nayarit, localizado en las coordenadas: 21°, 31' LN y 104°, 54' LO, altitud de 920 msnm, precipitación de 1121 mm, temperatura de 15-25 °C, el clima clasificado de trópico seco a subhúmedo, la mayor precipitación fue en verano (INEGI, 2010).

Las características del material experimental. La semilla de pastos evaluados y larvas empleadas se describen a continuación. La semilla utilizada de *Melinis minutiflora* se obtuvo del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria (CENID-PAVET), instalaciones del INIFAP en el estado de Morelos, fue sembrada manualmente en el sitio descrito al inicio del temporal de lluvias en julio de 2011. De igual forma se introdujeron los pastos insurgentes (*Brachiaria brizantha*), llanero (*Andropogon gayanus*), y buffel (*Cenchrus ciliaris*), obtenidos de semilla comercial y se mantuvieron libres de maleza para su desarrollo.

El terreno fue preparado con labores de barbecho, rastreo y surcado, aunque se tuvo la opción de riego al suelo, el experimento inició con las primeras lluvias, se emplearon estacas para delimitar 24 parcelas de 5x7 m, cada una con espacio intermedio o calle de 1 metro. Antes de la siembra de los pastos a la semilla se realizó una prueba de germinación para conocer su pureza viable, la siembra fue manual a chorrillo poco denso y depositándola en el fondo del surco.

Los tratamientos o pastos y las repeticiones ubicadas en el terreno fueron asignadas aleatoriamente, siendo: (T₁ gordura, T₂ llanero, T₃ insurgentes, y T₄ buffel) con seis repeticiones cada uno, cada espacio del tratamiento dispone de 15 surcos, manejándose como unidad de muestreo a 3 surcos (área útil) con una dimensión de 1 x 5 m, el espacio de calles de 0.5 m entre tratamientos. La densidad de siembra de 12 kg/ha en cada pasto, con una cobertura aproximada de suelo a la semilla de 5 cm, y distancia entre surcos de 25 cm. Se utilizó una fertilización básica (100-50-50 Kg de NPK/ha), aplicándose el 50% del nitrógeno y demás nutrientes al inicio de siembra, el resto del N a los 45 días para favorecer el desarrollo de las plantas, también se aplicó Paratión metílico al 3% para el control de hormigas.

La evolución de plantas en las parcelas fue primordial, lográndose efectuar la evaluación de Prueba de Barrido programada a los 90 días posterior a la siembra; también previo a la valoración de los forrajes, se realizó un corte de uniformización a 40 cm de altura de plantas. La justificación del corte del follaje fue para igualar la distancia del recorrido de las larvas de garrapatas infestadas en el pastizal para su medición *in vivo* (Fernández *et al.*, 2004b).

La obtención de garrapatas para la reproducción de larvas de la especie *Amblyomma cajennense*, se recolectaron preferentemente adultas ingurgitadas en localidades ya identificadas por el personal del Laboratorio de resistencia y taxonomía de garrapata, del Comité para el fomento y protección pecuaria del estado de Nayarit. La colecta de garrapatas en etapa de preoviposición, se tomaron manual y directamente del ganado para realizar la taxonomía con apoyo de un microscopio (Estereoscópico), marca ZEISS en el laboratorio. Posteriormente se depositaron en cajas de Petri, 10 garrapatas por caja para un total de 180, se utilizó incubadora marca Precisión Incubator, modelo 6 con las características de: 27± 2°C, humedad relativa de 80-90% para la ovoposición de las garrapatas en un periodo de incubación de 14 días.

Después se colectaron los huevos de larvas, se pesaron en báscula marca ADAM, Max 180 g, d= 0.0001 g, en cantidad aproximada de 250 mg, o 5,000 larvas, (Muro *et al.*, 2004), se colocaron en

viales de vidrio de 15 ml con tapón de algodón, donde la incubación se mantuvo por 19 días hasta la eclosión; las larvas se utilizaron a la edad de 15 días para la prueba experimental de Barrido. La aplicación de larvas en las unidades de muestreo, consistió en la infestación de la etapa *in vivo*, que consistió en colocar 5000 larvas de *A. cajennense* en las unidades de muestreo con 15 días de existencia. El procedimiento se realizó en horas tempranas de la mañana (7 y 8 hrs AM), colocándose las larvas en la base de las plantas; se buscó que la infestación fuera lineal, se colocó un vial con las larvas infectantes en el centro del transecto, se desplazó hacia los extremos para facilitar la salida de las larvas del vial, para así asegurar una distribución más uniforme.

A continuación se procedió al muestreo de larvas en los tratamientos o pastos a los 7, 14 y 21 días posteriores de la infestación, en cada muestra se identificó la especie, fecha y número de unidad de muestreo, con el fin de contar las larvas activas infectantes (Fernández, 2004b). La técnica de la Prueba de Barrido o de Bandera, consiste en manejar una manta blanca de 2 x 1 m, donde en su extremo posterior se colocó un tramo de PVC de 1.2 m con cuerdas para deslizar la tela sobre el forraje experimental por un tiempo de un minuto; en el extremo posterior de la manta se colocaron pesas para un mayor contacto con el tapiz vegetal, se seleccionó el área experimental y se realizaron 5 deslizamientos.

Cada recorrido consiste en deslizar la manta por encima de la biomasa de muestreo, al final de cada recorrido se reunieron las larvas adheridas a la tela, para depositarse en recipientes con hielo seco para su inmovilización. De esta forma se trasladaron al Laboratorio para el conteo de larvas de *A. cajennense* con la ayuda de lupa estereoscópica, considerándose como larva infestante, aquella adherida a la superficie de la manta (Álvarez, 2007; y Fernández, 2004b).

Para la variable Medición de larvas adheridas a la manta, se cuantificaron aquellas que al identificarse en el estereoscopio, señalaron movimiento al contarse. Para el análisis estadístico se empleó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos (T_1 gordura, T_2 llanero, T_3 insurgentes, y T_4 buffel) y seis repeticiones. Los datos se analizaron mediante un PROC GLM y la prueba de medias Tukey ($P < 0.05$) con el paquete estadístico SAS (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran el efecto anti-garrapata para cada especie diferente ($P < 0.05$), como se observa en las Tablas 1 y 2. La media del número de larvas de *A. cajennense* recuperadas para *C. ciliaris* fue la mayor (600.89 ± 131.74), en *M. minutiflora* la menor (2.41 ± 1.26), en *Andropogon gayanus* se obtuvo (72.48 ± 63.24), y *Brachiaria brizantha* (57.32 ± 53.90), en estos dos últimos tratamientos no hubo diferencias significativas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Media del número de larvas adheridas de *A. cajennense* que indican el efecto anti-garrapata en cuatro gramíneas infestadas.

Tratamientos	Larvas/Media
buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i>)	600.89 ± 131.74^a
llanero (<i>Andropogon gayanus</i>)	72.48 ± 63.24^b
insurgentes (<i>Brachiaria brizantha</i>)	57.32 ± 53.90^b
gordura (<i>Melinis minutiflora</i>)	2.41 ± 1.26^c

Letras diferentes en cada fila indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

*Las unidades muestreadas son la suma de los tres barridos a los 7, 14, 21 días de post-infestación.

La explicación de la diferencia en la recuperación de larvas se puede atribuir a los mecanismos anti-garrapata para cada especie de gramínea; en *M. minutiflora* la consecuencia corresponde a la secreción de una oleoresina por los largos y numerosos tricomas glandulares en las hojas y tallos, esta secreción inhibe el tropismo positivo de las larvas infestadas a través de la vegetación de estudio, lo que impide que éstas infesten al hospedero (Muro, 2004; Fernández y García, 1999; Iriarte, *et al.*, 2012). Las sustancias químicas, conocidas como metabolitos secundarios se presentan en ciertas plantas, lo que manifiesta funciones ecológicas. La morfología de los zacates *A. gayanus* y *B. brizantha* son la causa del efecto anti-garrapata, que a través de sus tricomas se impide el movimiento ascendente de la larva hacia el extremo de la planta, para que ésta localice al hospedero (Ávalos y Pérez, 2009; y Acosta, 2007). Se manifiesta el efecto anti-garrapata en las zacates de estudio, siendo mayor en *M. minutiflora*, resultado que no ha sido divulgado para la garrapata *A. cajennense* (Fernández, 2004). Sin embargo al comparar las medias de larvas recuperadas no hubo diferencias entre *A. gayanus* y *B. brizantha*, dándose el mayor resultado de larvas recuperadas en *A. cajennense* en *C. ciliaris* (Cuadro 1).

El estudio de Thompson (1978), demostró el efecto anti-garrapata en *Melinis minutiflora* y *Andropogon gayanus* a la especie *Boophilus microplus*; Cruz (2000), también corrobora este resultado en *A. gayanus* al comparar en *C. ciliaris* a la garrapata *B. microplus*. El experimento de Fernández (2004), mide el resultado en parcelas experimentales de *Melinis minutiflora* y *Andropogon gayanus*, donde la mayor consecuencia fue en *M. minutiflora* en la especie *B. microplus*, lo que también reflejó en la presente investigación en *A. cajennense* el efecto más marcado en *M. minutiflora*.

CONCLUSIÓN

Se concluye que los pastos de estudio manifiestan la capacidad anti-garrapata, lo cual se atribuye a los mecanismos mecánicos y/o a la presencia de algún compuesto volátil. La consecuencia anti-garrapata fue observada con mayor capacidad en el pasto *M. minutiflora* ante larvas de *A. cajennense*; sin embargo es preciso estudiar los mecanismos de defensa de este zacate en esta especie de garrapata.

LITERATURA CITADA

- Álvarez CV y R Bonilla M. 2007. Adultos y ninfas de la garrapata *Amblyomma cajennense* Fabricius (Acari: Ixodidae) en equinos y bovinos. Rev. Agronomía Costarricense. 31 (1): 61-69.
- Cruz VC y M Fernández RM. 2000. Anti-garrapata efecto repelente del pasto *Andropogon gayanus* en parcelas de diferentes edades experimentales infestadas con larvas de *Boophilus microplus*. Parasitología al Día. Méx. Día 24: 3-4.
- Fernández EKK and VR Bettencourt. 2008. Entomopatogenic fungi against South American tick species. J. Exp. Appl. Acarol. 46: 71-93.
- Fernández RM, JF Preciado de la T, C Cruz V, and Z García V.Z. 2004^a. Anti-tick effects of *Melinis minutiflora* and *Andropogon gayanus* grasses on plots experimentally infested with *Boophilus microplus* larvae. Exp. and Appl. Acarol. 32: 293-299.
- Fernández, RM, F Preciado de la T, Z García V, C Cruz V y J Saltijeral, O. 2004^b. Evaluación estacional de la recuperación de larvas de *Boophilus microplus* en cuatro leguminosas forrajeras en parcelas experimentales infestadas. Téc. Pec en México. 42(1): 97-104.
- Fernández, RM y Z García V. 1999. Algunas estrategias ecológicas para el combate de la garrapata del ganado. INIFAP. CN ID-Parasitología. Veterinaria 1-9.
- Frish EJ. 1999. Towards a permanent solution for controlling cattle ticks. Int. J. Parasitol. 29: 57-71.
- Gohole LG, A William, WO Overholt, ZR Khan, JA Pickett, LE Vet. 2003. Effects of molasses grass, *Melinis minutiflora* volatiles on the foraging behavior of the cereal stemborer parasitoid, *Cotesia sesamiae*. J of Chemical Ecol. 29:3.

- Hernández EL, D Parra D y A Ahumada. 1989. Actividad repelente y acaricida del aceite y algunas fracciones cromatográficas del pasto *Melinis minutiflora* frente al *Boophilus microplus*. Rev. Colombiana Cien. Químico-Farmacéuticas 17: 45-50.
- Hernández EL, D Parra G y N Castañeda M. 1982. Acción repelente y acaricida del *Melinis minutiflora* sobre el *Boophilus microplus*. Revista Colombiana de Cien. Químico-Farmacéuticas. 17: 17-21.
- Iriarte HP, S Martínez G, J Aguirre O, R Barajas C, J Romo R., L Loya O, J Molina T. 2012. Repelencia de algunas plantas forrajeras a la garrapata. Abanico Vet. 2(3): 47-57.
- Kaaya G.P. 2000. The potential for anti-tick plants as component of an integrated tick control strategy. Ann NY Acad Sci. 916: 576-582.
- Lwande W, AJ Ndakala, A Hassanali, L Moreka, E Nyandat, M Ndungu, H Amiani, PM Gitu, MM Malonza y Punyua DK. 1999. Aceite esencial de *Gynandropsis ginandra* y sus componentes como repelente de garrapata (*Rhipicephalus appendiculatus*). Phytochem. 50: 401-405.
- Mareggian G. 2001. Manejo de insectos plaga mediante sustancias semioquímicas de origen vegetal. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). 60: 22-30.
- Murgueitio RE, F Uribe T, A Zúlvaga S, W Galindo S, L Valencia C, C Giraldo E y R Soto B. 2010. Reconversión Ganadera con Sistemas Silvopastoriles en la Provincia de Chiriquí, Panamá. Ed. Feriva S.A. Panamá: 94-98.
- Muro, F.J.; Cruz V.C.; Fernández, R.M. y Molina, T.J. Efecto repelente de extractos de *Melinis minutiflora* sobre larvas de la *Boophilus microplus*. Vet. Méx. 2004;35 (2):153-159.
- Muro CM, C Cruz V, M Fernández R. J Soria, C. y P Ramos M. 2003. Repelencia de larvas de *Boophilus microplus* en plantas *Stylosanthes humilis* y *Stylosanthes hamata*. Parasitología Latinoamericana. 58: 3-4.
- Mwangi NE, S Essuman S, PG Kaaya, E Nyandat and M Kimondo G. 1995. Repellence of the tick *Rhipicephalus appendiculatus* by the grass *Melinis minutiflora*. Trop. Anim. Hlth. Prod. 27: 211-216.
- Prates HT, C Leite R, A Craveiro A, and AB Oliveira. 1998. Identification of Some Chemical Components of the Essential Oil from Molasses Grass (*Melinis minutiflora* Beauv.) and their Activity Against Cattle-Tick (*Boophilus microplus*). J. Braz. Chem. Soc. 2: 193-197.
- Quiroz RH. 2000. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. Ed. LIMUSA, México, DF. pp.177- 195.
- Rodríguez V.R.I. 2005. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas en el sureste de México. CONACYT-SAGARPA-CO1-1754. Folleto Técnico 1: 11p. México, DF.
- Rodríguez VRI. 2006. Manual Técnico para el Control de Garrapatas en el Ganado Bovino. INIFAP. CNI-Parasitología Veterinaria. Publicación Técnica Número (4): 1-30.
- Souza FE, M García Z, and FF Freitas. 2011. Monitoring of resistance or susceptibility of adults and larvae of *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae). Exp Appl Acarol. 53: 189-202.
- Saueressig TM. 2002. Control racional de las parasitosis bovina con bajo impacto ambiental. XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. EMBRAPA-Cerrados, Planaltina, DF, Brasil. 26.
- Thompson CK, EJ Roa, and NT Romero. 1978. Anti-tick grass as the basis for developing practical tropical tick control packages. Trop. Anim. Hlth. Prod. 10: 170-182.
- Vivanco J.M, C Cosio, V Loyola V y E Flores H. 2005. Mecanismos químicos de defensa en plantas. Investigación y ciencia. 2005 [Consultado 2011 junio 14]. <http://www.agro.unlpam.edu.ar/catedras-pdf/Investigacion2005.pdf>

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN TRES GENOTIPOS DE MAÍZ FORRAJERO EN CLIMA CÁLIDO

GROWTH ANALYSIS IN THREE GENOTYPES OF FORAGE MAIZE IN WARM WEATHER

Cid Aguilar Carpio^{1§}, José Alberto Salvador Escalante Estrada¹,
Ma. Teresa Rodríguez González¹, Immer Aguilar Mariscal²

¹Colegio de Postgraduados. *Campus* Montecillo. Carretera México-Texcoco
km 36.5, Montecillo, Texcoco, Edo. Méx. ²Facultad de Biología. Universidad
Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca Mor. § aguilar.cid@colpos.mx.

RESUMEN

El objetivo del estudio es realizar el análisis de crecimiento en tres genotipos de maíz en clima cálido. El estudio se realizó en Iguala, Gro., utilizando como tratamientos al maíz criollo "Vandeño" y los genotipos mejoradas VS-535 y H-562. Para evaluar el crecimiento del cultivo, se contabilizó el número de hojas por m² (NH), se registró la materia seca y el área foliar. Además, se calculó la tasa de asimilación neta (TAN), tasa de crecimiento del cultivo (TCC), área foliar específica (AFE) y razón específica foliar (REF). Los resultados indican que el genotipo VS-535 presentó la mayor área foliar y acumulación de materia seca (1997 g m⁻²), debido a una TCC más alta (29 g día⁻²), AFE de 6.5 dm² g⁻¹ y RAF de 0.41 dm² g⁻¹. Contrario a lo observado en Vandeño que presentó los valores más bajos. Por lo que se concluye que VS-535 puede ser utilizado como material forrajero por presentar mayor dosel.

Palabras clave: genotipos, análisis de crecimiento.

ABSTRACT

The objective of the study is the analysis of growth in three genotypes of maize in warm weather. The study was conducted in Iguala, Gro., using the native maize "Vandeño" and improved varieties VS-535 and H-562 as treatments. To evaluate the crop growth, the number of leaves was counted per m² (NL), dry matter and leaf area was measured. In addition, net assimilation rate (NAR), rate of growth of the crop (RGC), specific leaf area (SLA) and reason specified leaf (RSL) were calculated. Results indicate that genotype VS-535 emerged and formed the greater leaf area, as well as the greater accumulation of dry matter (1997 g m⁻²), which generated higher RGC (29 g dm⁻² day⁻¹), 6.5 SLA dm² g⁻¹ and RSL of 0.41 g⁻¹ dm². Contrary to Vandeño who presented low values. So it is concluded that VS-535 can be used as fodder for present a high canopy.

Index words: Genotypes, growth analysis.

INTRODUCCIÓN

En México, el maíz es el cultivo más importante desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. El consumo *per capita* de maíz es de 330 g d⁻¹, con una aportación de 32 a 55% de carbohidratos (Hartcamp *et al.* 2000). Los principales estados productores de maíz en México son; Sinaloa, Jalisco, Edo. de Méx. y Michoacán. Guerrero ocupa el quinto lugar, con una producción de 1,309,068 t. El 92% (438,006 ha) de la producción es bajo condiciones de lluvia estacional (LLE), donde la precipitación media del estado es de 1200 mm con rendimiento promedio de 2.76 t ha⁻¹ (SIAP, 2011). Los agricultores de riego prefieren el uso de semillas híbridas, por su potencial alto de producción y sus características agronómicas favorables, como: tolerancia a enfermedades, resistencia al acame y ciclo vegetativo corto (Espinosa *et al.*, 2003), y los de LLE prefieren los criollos que seleccionan ciclo tras ciclo. Generalmente, se considera que

híbridos altamente productores de grano son también los mejores en producción forrajera. De estudios anteriores se puede deducir que el mejoramiento genético para incrementar la producción forraje de maíz, depende de la composición de tallos y hojas, así como el grado de contribución de estos a la planta. Este comportamiento del crecimiento de una planta ha sido descrito por su análisis de crecimiento. Debido a que el cultivo de maíz para forraje se ha incrementado significativamente en los últimos años, así como la necesidad de obtener una mayor producción, se debe explorar el tipo de cultivares que convienen sembrar en cada agrosistema, para una mayor producción del mismo. El objetivo del presente estudio fue evaluar mediante el análisis de crecimiento y la producción de materia seca el maíz más apropiado como forraje para la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se estableció en Iguala, Gro., durante el 2011, de clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y temperatura media de 26.4 °C. La precipitación anual es de 1100 mm y altitud de 635 m (Aw₀, García, 2005). Los tratamientos consistieron en la siembra del maíz criollo raza "Vandeño", el híbrido H-562 y VS-535 el 23 de enero bajo condiciones de riego. La densidad de población fue de 6.25 pl m⁻². El diseño experimental fue bloques completamente al azar en cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de cuatro surcos de 0.8 m de ancho x 4 m de longitud. Para evaluar el crecimiento del cultivo, se hicieron muestreos destructivos de dos plantas en la parcela útil de cada unidad experimental a los 5, 36, 54 y 90 dds. Se contabilizó el número de hojas por m² (NH) y con un integrador electrónico (LI-COR 3100) se midió el área foliar, desde la lígula hasta la punta de la hoja. Se calculó el índice de área foliar (IAF) y duración del área foliar (DAF), en base a la siguientes relaciones: $IAF = (AF/NP) * DP / 100 \text{ dm}^2$, donde AF = área foliar (dm²), NP = número de plantas muestreadas y DP = número de plantas m⁻². $DAF = \sum (IAF_1 + IAF_2) (T_2 - T_1) / 2$, donde: \sum = sumatoria de la duración del área foliar de cada uno de los muestreos realizados, IAF₁ = índice de área foliar en un tiempo inicial (T₁, en días), IAF₂ = índice de área foliar en un tiempo final (T₂, en días) (Escalante y Kohashi, 1993). También se evaluó la materia seca (MS, g m⁻²); las muestras se secaron a 80 °C en una estufa de circulación de aire forzado hasta peso constante. Con estos datos se calcularon las tasas medias de: crecimiento del cultivo (\overline{TCC}), asimilación neta (\overline{TAN}), razón de área foliar (\overline{RAF}) y área foliar específica (\overline{AFE}), mediante las relaciones: $\overline{TCC} = [(PS_2 - PS_1) / A(T_2 - T_1)]$ donde: PS₂ y PS₁ indican el peso de la materia seca de la planta en los tiempo T₂ y T₁, respectivamente y A representa el área ocupada por la planta. $\overline{TAN} = [(PS_2 - PS_1) / (IAF_2 - IAF_1)] / [(ln IAF_2 - ln IAF_1) / (T_2 - T_1)]$, donde: PS₂ y PS₁ expresan el peso de la materia seca de la planta, ln AF₂ y ln AF₁, logaritmo natural del índice de área foliar en el tiempo T₂ y T₁, respectivamente. $\overline{RAF} = [(AF_1 / PS_1) + (AF_2 / PS_2)] / 2$, donde: AF₁ y AF₂ es el área foliar de la planta, PS₁ y PS₂ es el peso de la materia seca de la planta, respectivamente. $\overline{AFE} = [(AF_1 / PH_1) + (AF_2 / PH_2)] / 2$, donde: AF₁ y AF₂, es el área foliar de la planta, PH₁ y PH₂ es el peso de la materia seca de la hoja (Hunt, 1990; Escalante y Kohashi, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de hojas, índice de área foliar y duración del área foliar. En el Cuadro 1, se observa que durante el ciclo del cultivo hubo cambios significativos en el NH, IAF y DAFT entre genotipos. En el NH, Vandeño fue superior a H-562 y VS-535, por presentar el mayor NH por m² a los 54 dds y no así en el IAF, debido a que H-562 presentó mayor área foliar, mayor cobertura del suelo, lo que sugiere un mejor aprovechamiento de la radiación solar. En cuanto a la DAFT, H-562 presentó el valor más alto. Esto indica que VS-535 presenta una producción de hojas más alta que Vandeño. Luna y Gutiérrez (1999) reportan en híbridos de maíz en Zacatecas mayor número de hojas que las variedades sintéticas, datos similares a los del presente estudio.

Cuadro 1. Número de hojas (NH), índice de área foliar (IAF) y duración del área foliar total (DAFT) en genotipos de maíz. Iguala, Gro. 2011.

Factor	NH m ²			IAF		DAFT
	36	54	36	54	Días	
	Días después de la siembra					Días
Vandeño	48b	74a	1.0c	4.1c	308c	
H-562	55a	71b	1.5b	4.6b	354b	
VS-535	53a	70b	2.0a	5.0a	385a	
Tukey $\alpha = 0.05$	2.6	2.5	0.2	0.2	23	
Media general	52	72	1.2	4.4	331	
CV. (%)	5	3	16	12	11	

En columnas letras similares indican que los valores son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha=0.05$).

Índices de análisis de crecimiento. En la Figura 1, se observa que los cultivares mejorados superaron en 15 y 20% al criollo. El genotipo VS-535 por su ciclo de crecimiento más largo tuvo oportunidad de interceptar mayor cantidad de radiación, lo que generó un incremento del 20% en MS con respecto a "Vandeño".

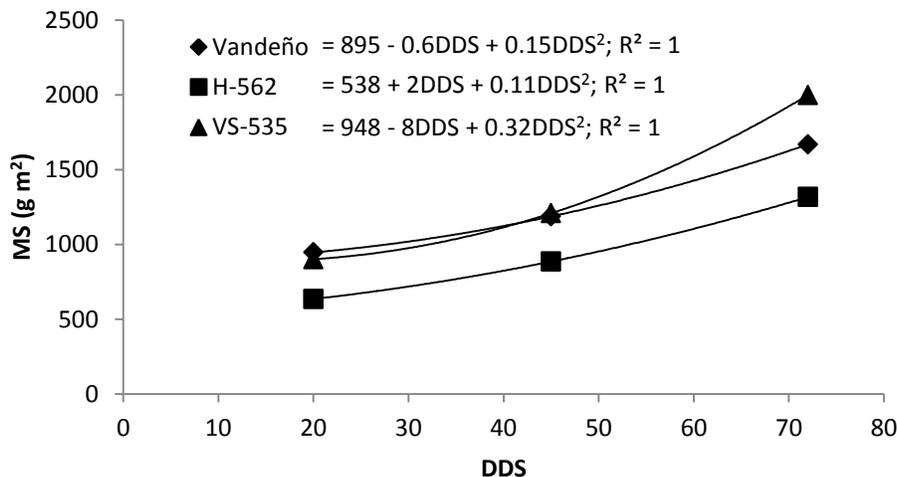


Figura 1. Producción de materia seca (MS) en los genotipos Vandeño, H-562 y VS-535. Iguala, Gro. 2011.

En la Figura 2a se observa que de los 20 a 80 dds, la \overline{TCC} más alta se observó en VS-535 lo que coincide con el momento de mayor demanda para la producción de forraje. Vandeño fue el que presentó la \overline{TCC} más baja. Woo et al. (2004) observaron aumento a través del tiempo en la TCC siendo el más alto a los 57 dds contrario a lo reportado en el presente estudio.

En la Figura 2b, se observa que en general la \overline{TAN} más alta fue a los 20 dds, en etapa vegetativa. El maíz VS-535 presentó la \overline{TAN} más alta a los 20, 45 y 72 dds. De acuerdo con el modelo de regresión cuadrática, la mayor producción de MS por día se obtuvo ($0.07 \text{ g dm}^{-2} \text{ día}^{-1}$) en VS-535. Se observa que la \overline{TAN} presentó una tendencia a disminuir conforme avanzó el ciclo del cultivo, comportamientos similares observaron Woo et al. (2004). La \overline{TAN} de los híbridos fue más alta que el del criollo, lo que demuestra menor eficiencia del dosel para producir materia seca.

En la Figura 2c se observa que la \overline{RAF} más alta en los genotipos en estudio se presentó a los 72 dds. Aunque las diferencias fueron mínimas se observa que Vandeño presentó la \overline{RAF} más baja durante el ciclo del cultivo. En contraste, Woo *et al.* (2004) observaron que la \overline{RAF} disminuía conforme avanzaba el ciclo del cultivo, siendo el valor más alto a los 27 dds.

En la Figura 2d, se observa que la \overline{AEF} más alta en general fue a los 20 dds y disminuyó conforme avanzó el ciclo del cultivo siendo el más alto en VS-535, el cual corresponde a la etapa vegetativa que fue la de mayor formación de área foliar por peso de hoja. La \overline{AEF} más alta correspondió al maíz mejorado y la más baja al criollo Vandeño. Esto indica que Vandeño presentó hojas más duras lo que puede tener menor preferencia para el ganado.

CONCLUSIÓN

El genotipo VS-535 puede ser utilizado como buen material forrajero por presentar alta producción de materia seca, número de hojas, área foliar y área foliar específica en contraste a los demás genotipos, dado, principalmente, por mayores tasas de crecimiento.

LITERATURA CITADA

- Espinosa, A., Sierra, M., Gómez, N. (2003). Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana*. 14(001):117-121.
- 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. (2005). Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª Edición. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. 217 p.
- Hartcamp, A. D., White J. W., Rodríguez-Aguilar, A., Bänzinger, M., Hernández, G., Bates, L. A. (2000). Modified method for rapid tryptophan analysis in maize. *CIMMYT Research Bulletin* 13: 3-6.
- Hunt, R. (1981). *Plant Growth Analysis*. The Institute of Biology's Studies in Biology No. 96. Edward Arnold Publishers LTD. London.
- Luna F. M. y J. R. Gutiérrez. (1999). Crecimiento y contenido de agua en genotipos de maíz de temporal en zacatecas. *Agricultura Técnica en México*. 25(2): 89-96.
- Ritchie, S. W. and Hanway, J. J. (1982). How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service. Special report No. 48. Ames Iowa, EEUU. 21 p.
- Sistema de Información Agropecuaria (SIAP). (2011). Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. SAGARPA. México. Disponible en: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comanuar.html (Revisado: 12 de septiembre de 2012).
- Woo, R. J. L., R. Vázquez-Alvarado, E. Olivares-Saenz, F. Zavala G., R. Gonzalez G., R. Valdez C. y C. Gallegos V. (2004). Análisis de crecimiento en maíz (*Zea mays* L.) aplicando lodos activados y urea. *Sistemas de producción agropecuaria*. 4(1): 437-441.

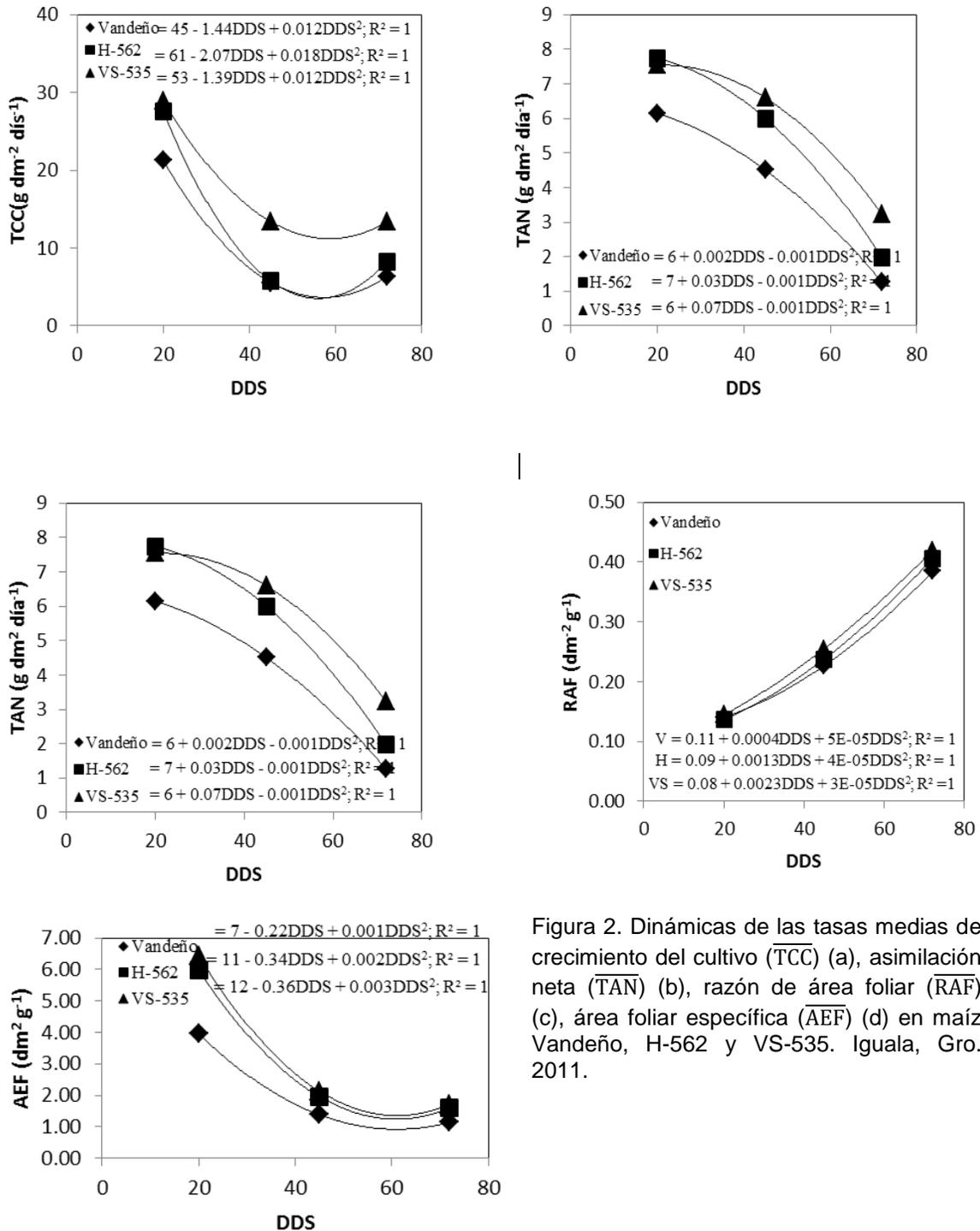


Figura 2. Dinámicas de las tasas medias de crecimiento del cultivo (\overline{TCC}) (a), asimilación neta (\overline{TAN}) (b), razón de área foliar (\overline{RAF}) (c), área foliar específica (\overline{AEF}) (d) en maíz Vandeño, H-562 y VS-535. Iguala, Gro. 2011.

EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS AGROPECUARIOS EN CUBA EN FUNCIÓN DE LA SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL.

Milagros de la C. Milera, Onel López, Tania Sánchez, Giraldo Martín y Jesús Suárez

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

RESUMEN

El objetivo es hacer un análisis integrador de la evolución en los resultados científicos en relación con los sistemas de manejo del pasto para la producción de leche bovina durante las últimas décadas de investigación en Cuba. Para ello, se dividió este período en las dos etapas más contrastantes y representativas en cuanto a la concepción, la naturaleza y el paradigma de las investigaciones que se concibieron para dar respuesta al problema científico caracterizado por la baja eficiencia productiva y económica de los sistemas de producción ganaderos, y el desbalance en los indicadores entre el período lluvioso (PLL) y el poco lluvioso (PPLL). Esto permitió generar en primer lugar un sistema de principios que rigen el manejo con gramíneas mejoradas y leguminosas volubles para la producción de leche con el uso de insumos costosos, tanto desde el punto de vista económico como ambiental; no obstante sentaron las bases para la comprensión y futura proyección de los sistemas con bajos insumos. En segundo lugar, se exponen los principios que generó el manejo de los sistemas con gramíneas, leguminosas herbáceas y arbóreas sin riego y bajas o nulas aplicaciones de fertilización, los cuales se subdividen en distintas variantes o alternativas tecnológicas que afectan menos el medioambiente y pueden ser sostenibles para el país. En tercer lugar se analizan los sistemas agroenergéticos para la producción de alimentos y energía, nuevo reto que enfrenta el sector productivo sobre bases socioeconómicas y ambientales. Es posible lograr producciones de 8000 L/vaca/ha/año en vaquerías especializadas, con animales mestizos (HolsteinxCebú), cuando se utilizan sistemas silvopastoriles y una suplementación de concentrado de 170g/L de leche producido; cuando se incluyen en estos sistemas la producción de agroenergía (producción de biodiesel con plantas aceiteras, el empleo de biodigestores y la instalación de gasificadores) los resultados son más eficientes desde el punto de vista socioeconómico y del cuidado del medioambiente.

Palabras claves. Sistemas agropecuarios, socioeconómico, ambiental

COMPOSICION QUIMICA Y DIGESTIBILIDAD *IN SITU* DEL FRUTO DE RECURSOS FORRAJEROS ARBÓREOS TROPICALES

CHEMICAL COMPOSITION AND DIGESTION IN SITU OF FRUIT OF FODDER RESOURCES TROPICAL TREE

Edgar Iván González Jiménez¹, José Andrés Reyes Gutiérrez¹, Manuel Silva Luna², y Oziel Dante Montañez Valdez²

¹Centro Universitario del Sur - U de G, ²Centro Universitario del Sur - U de G, y
³Campo Experimental Tecomán – INIFAP ivan_michy5717@hotmail.com

RESUMEN

En el municipio de La Huerta, Jalisco, durante la época seca, se recolectaron frutos maduros de árboles y arbustos como recursos tropicales forrajeros con la finalidad de obtener parámetros nutricionales. Se análisis en el Laboratorio de Nutrición Animal del CUSur de la U de G. en Ciudad Guzmán, Jal. Se determinó MS, PC, EE, FC, FDN, FDA y DISMS. El fruto de Parota presento mayor PC con 14.7% y la menor fue en Guácima con 6.8% de PC. La mayor DISMS en los tres frutos se registró a 36 hrs con 97.5% en Mojote, 84.8% en Parota y 64.4% en Guácima. Así mismo la mayor DISMO fue en la misma edad solo en Mojote con 94.6% y en Parota con 86.9%. Conocer la calidad nutricional de los frutos de los recursos forrajeros, nos permitió identificar a Parota y Mojote como buenas alternativas para la alimentación animal en la época de estiaje, ya que mostraron contenidos de aceptables de proteína y altas digestibilidades.

INTRODUCCIÓN

La ganadería de las áreas tropicales y subtropicales de los países de América Latina ha tenido un proceso, cuyas consecuencias han sido la expansión de los pastizales sacrificando áreas de bosques y selvas, pérdida de biodiversidad, baja productividad animal, degradación del suelo y polarización socioeconómica, como resultado de un modelo de desarrollo neoliberal, ha sido una de las prioridades en las agendas de investigación en las instituciones académicas.

Una modalidad de la agroforestería contribuyen a: potenciar las interacciones positivas entre agricultura, ganadería, silvicultura y ambiente físico, maximizan la productividad de la tierra, permiten manipular eficientemente los principios biológicos de la producción animal, vegetal y sus interacciones, incrementan la producción, promueven la congruencia entre el uso y la conservación de los recursos naturales y favorecen el desarrollo sostenible de los mismos (Nahed y col, 2001).

Algunas de esas prácticas son poco conocidas en la costa de Jalisco, como son el sombrío con árboles maderables, plantaciones de forrajeras, para alimentación animal, cultivos en franjas, cortinas rompevientos, cercas vivas, entre otras. Estas numerosas técnicas son utilizadas en regiones con diferentes condiciones ecológicas, económicas y sociales. En suelos fértiles los sistemas agroforestales pueden ser muy productivos y sostenibles sin embargo, esas prácticas tienen igualmente un alto potencial para mejorar los suelos pobres y maltratados por prácticas de agricultura convencional dependientes de los insumos (abonos, pesticidas, plaguicidas y maquinaria).

Referentes a estos tipos de recursos, en las regiones de tropicales de México existen especies como la Parota (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq) Griseb.) Mojote (*Brossimum alicastrum* Sw. sp.) y la Guácima (*Gauzuma ulmifolia* Lam), entre otras. Una alternativa, es la integración de árboles, pasturas y animales, en sistemas de producción, cuyo objetivo sea desarrollar tecnologías para

conformar la silvicultura y la ganadería en los sistemas de producción, orientados a mejorar el nivel alimenticio y productivo de los animales, utilización racional de los recursos y mejorar el desempeño económico y ambiental de la ganadería. (Giraldo y Vélez, 1993)

Dado lo anterior, el presente trabajo de investigación se colectó el fruto de tres recursos forrajeros existentes en la costa de Jalisco para conocer su valor nutritivo y poder ser considerados como una alternativa forrajera y nutricional en los sistemas de producción de la región.

OBJETIVOS

Determinar la composición química y digestibilidad *in situ* de la materia seca del fruto de la Parota (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq) Griseb.) Mojote (*Brossimum alicastrum* Sw. sp.) y la Guácima (*Guazuma ulmifolia* Lam) en estado maduro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron frutos de dos árboles (mojote y parota), así como un arbusto (guácima), se realizó en las áreas de agostadero (cerros) de localidad de La Concepción municipio de la Huerta, Jalisco, Méx. Con coordenadas geográficas de L O son 19° 29' 34" y L N 104° 33' 47", con una altitud entre 300 y 600 msnm. El clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con un rango de precipitación pluvial anual de 600-1450 mm distribuidos en los meses de junio a octubre y un rango de temperatura de 20 - 28°C (INEGI, 2005).

Las muestras se llevaron al laboratorio de nutrición animal del Centro Universitario del Sur (CUSUR) para su molido y análisis. Primero fueron secadas en una estufa de 55° C por 48 horas y posteriormente se molieron en un molino de martillo con criba de 2 mm. A cada muestra se le determinó materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), cenizas (C) y materia orgánica (MO) mediante las técnicas descritas por la A.O.A.C. (2005). Las determinaciones de las fracciones de fibra (FDN y FDA) se realizaron con el método de Van Soest *et al.* (1991). La Digestibilidad *in situ* de la materia seca y orgánica (DISMS) y DISMO se determinó por la técnica estandarizada por Vanzant *et al* (1998) se metieron a degradación en el rumen a 0, 16, 24, 36, 48, 72, 96 h y por diferencia de peso se estimó la cantidad de MS y Mo digerida en cada periodo de tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los datos obtenidos se les hizo análisis de varianza y la prueba de medias (Tukey al $P < 0.05$). SAS, (2001). Los resultados encontrados (cuadro 1) indican que solo en las variables MO y C del bromatológico no hubo significancia ($P > 0.05$) y las medias muestran que el fruto de Guácima fue el que mostro los mayores valores de MS, GC, FC, FDN, FDA, y C, por otro lado el fruto del mojote obtuvo los valores más bajos en MS, GC, FC, FDA. La variable de PC y MO fue mayor en parota, mientras que los frutos de guácima fueron los que presentaron el valor más bajo.

La variable digestibilidad *in situ* de la materia seca DIVMS, se observó significancia ($p < 0.05$), en casi todos los periodos de incubación con excepción de las 12 hrs que todos fueron similares (cuadro 2), se puede apreciar que los frutos de mojote fueron los que presentaron mayor digestibilidad y que a la edad de 36 hrs se alcanzó la máxima degradación con 97.5. Por otro lado, en el mismo cuadro 2 se aprecia que los frutos de guácima son los de menor tasa de degradación en todos los tiempos de incubación alcanzando solo 64.4% a las 36 hrs. Si lo comparamos con lo máximo alcanzado por los otros dos frutos, tiene 20% menos que parota y 33.1% menos que mojote. La baja digestibilidad del fruto de guácima puede estar en función del menor contenido de proteína cruda y por el mayor contenido de fibra cruda.

Cuadro 1.- Análisis bromatológico de tres frutos forrajeros en La Huerta, Jalisco.

Determinación	Parota	Mojote	Guácima	Media	EEM
Materia Seca (MS %)	54.2 b	42.7 c	87.0 a	58.6	0.98
Materia Orgánica (MO%)	95.5 a	95.1 a	94.7 a	95.1	0.87
Proteína Cruda (PC %)	14.7 a	11.0 b	6.8 c	10.3	0.34
Grasa Cruda (GC %)	15.1 b	12.9 c	20.4 a	15.8	0.48
Fibra Cruda (FC %)	18.6 b	8.4 c	44.4 a	19.1	1.15
Fibra Detergente Neutro (FDN)	17.1 b	50.3 c	54.1 a	35.9	0.84
Fibra Detergente Acido (FDA)	12.1 c	7.8 b	42.1 a	15.9	0.78
Hemicelulosa (H)	4.9b c	49.5 a	12.0 b	14.3	0.57
Cenizas (C)	4.5 a	4.9 a	5.3 a	4.9	0.35

a, b: literales diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística entre tratamientos (P<0.05).

Cuadro 2.- DISMS de tres frutos de recursos forrajeros de La Huerta, Jalisco.

Tiempo de incubación	Frutos			EEM
	Parota	Mojote	Guácima	
0	20.7 c	31.4 a	26.3 b	0.77
12	69.5 a	62.8 a	30.6 a	1.80
24	79.8 b	90.6 a	59.4 c	0.38
36	84.8 b	97.5 a	64.4 c	0.84
48	79.9 b	92.1 a	59.7 c	0.58
72	80.7 b	93.1 a	60.4 c	1.08
96	79.7 b	91.5 a	58.0 c	1.32

a, b: literales diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística entre tratamientos (P<0.05).

El análisis de varianza y la prueba de medias realizados a la variable digestibilidad in situ de la materia orgánica DIVMO de los tres frutos, indicaron que en todos los tiempos de incubación fueron diferentes (p<0.05), en el cuadro 3, se puede apreciar que los frutos de mojote fueron los que presentaron mayor digestibilidad y que al igual que la DIVMS en la edad de 36 hrs se alcanzó la máxima degradación con 94.6% y después se estabilizan, solo el fruto de guácima su máxima digestibilidad en el periodo de 48 hrs con solo dos décimas porcentuales más. En el mismo cuadro 3 se observó que en esta variable, los frutos de parota son los de menor tasa de degradación en todos los tiempos de incubación alcanzando solo 86.9% a las 36 hrs. Si lo comparamos con lo máximo alcanzado por los otros dos frutos, tiene 7.9% menos que guácima y 7.7% menos que mojote.

Cuadro 3.- DISMO de tres frutos de recursos forrajeros de La Huerta, Jalisco.

Tiempo de incubación	Frutos			EEM
	Parota	Mojote	Guácima	
0	26.1 b	26.1 b	4.1 a	0.9017
12	69.2 b	74.6 a	69.0 b	0.7632
24	78.3 b	85.5 a	84.9 a	0.4982
36	86.9 b	94.6 a	89.9 b	0.8857
48	79.9 c	87.1 b	94.8 a	0.9589
72	80.7 b	94.3 a	81.2 b	0.9242
96	79.7 b	93.9 a	77.4 b	0.9006

a, b: literales diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística entre tratamientos (P<0.05).

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que la determinación de la composición química nos permitió conocer que los frutos de las leguminosas parota y mojote mostraron contenidos de aceptables de proteína y altas digestibilidades, por lo que con toda seguridad pueden formar parte de la dieta de rumiantes en la época de estiaje.

La guácima aunque reporto la menor calidad nutritiva y digestibilidad no debe ignorarse para su empleo en la alimentación animal en la época seca ya que se encuentra distribuida no solo en el municipio de la Huerta, Jalisco sino también en todo el trópico seco del país.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Vol. 1. 18th Ed. Assoc. Offic. Anal. Chem. Washington, D. C. EE. UU. pp: 69-88.
- Giraldo, L. A. y Vélez, G. 1993. El componente animal en los sistemas silvopastoriles. Industria & Producción Agropecuaria. AZOODEA. Medellín. Vol. 1 (3):27-31.
- INEGI. 2005. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datogeograficos/14/14043.pdf>
- Nahed, T. J., Alemán, S. T., Jiménez, F. G., López, T. Q., Grande, C. D., Aluja, S. A., Sanjines, G. L., Pérez, R. F. y Parra, V. M. R. 2001. Estudio para desarrollar sistemas agrosilvopastoriles: Experiencias en la región Maya-Tzotzil. En Sistemas Agroforestales para la Producción Pecuaria. En memoria electrónica (Agosto 2000 - Marzo 2001) de Agroforestería para la producción animal en América Latina. Dirección de producción animal FAO pp 343.
- SAS, System for Windows. 2001. SAS User's Guide Statistics, SAS Inst. Inc. Cary North Carolina. EE. UU.
- Van Soest, P.J, Robertson, J,B, Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, Neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.
- Vanzant, E. S., R. C. Cochran, and E. C. Titgemeyer. 1998. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. J Anim. Sci. 76:2717-2769.

CUERPOS LÚTEOS CAVITARIOS EN OVINOS DE LANA Y PELIBUEY

CAVITARY CORPUS LUTEUM IN WOOL SHEEP AND PELIBUEY SHEEP

Miranda JL. y Tolentino CC.*

Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo lmirandaj@colpos.com

RESUMEN

El cuerpo lúteo es una glándula endocrina transitoria, principalmente secretora de progesterona (P4) la cual es muy importante en el mantenimiento de la gestación, que se forma en el ovario después de la ovulación. La formación de esta glándula puede estar alterada quedando en su interior una cavidad; cavidad que no se ha asociado con problemas de fertilidad ni alteraciones en la concentración de P4 plasmática. El objetivo de este trabajo fue identificar la frecuencia de cuerpos lúteos normales (CLN) y cuerpos lúteos cavitarios (CLC) en ovinos de lana y pelibuey, así como sus características morfométricas. Para realizar este trabajo se recolectaron ovarios de ovino de lana y pelibuey, en rastros ubicados en el Estado de México. Inmediatamente después del sacrificio de los animales se recolectaron los ovarios colocándose en solución salina con antibiótico para ser transportados en hielo, en el laboratorio los cuerpos lúteos fueron diseccionados, contados y medidos en largo, ancho y grueso, así como pesados. Posteriormente, se cortaron por la mitad para identificar CLN y CLC y obtener el porcentaje por especie. El diseño experimental fue un completamente al azar, y la presencia o ausencia de CLN o CLC se evaluó, en los datos transformados, por una prueba de X^2 . El porcentaje de CLC fue mayor en ovinos pelibuey (53%) contrario a lo observado en ovinos de lana en donde el porcentaje fue 10% menor. En cuanto a sus características morfométricas, se midió largo, ancho y grueso, así como el peso de cada cuerpo lúteo, para ello se utilizó un vernier y una balanza analítica respectivamente; se observó que, en ambas especies los CLC son de menor tamaño y de menor peso (rango entre 0.85 mm para CLC y 1.09 mm para CLN con peso de 0.29 mg para CLC y 0.48 mg para CLN). De esta manera se concluye, que si bien la presencia de cavidad en los cuerpos lúteos no es sinónimo de baja en la fertilidad, como anteriormente se ha reportado, esta alteración si altera la morfología de la estructura y por otro lado las hembras pelibuey presentan mayor proporción de CLC.

AGRADECIMIENTOS. Se Agradece a la Línea Prioritaria de Investigación 11 y a la Línea Prioritaria de Investigación 16 del Colegio de Postgraduados si valioso apoyo para la realización del presente documento.

IMPORTANCIA DE LA CICLOOXIGENASA-2 EN EL MANTENIMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS OVÁRICAS

CYCLOOXYGENASE-2 AND THE MAINTENANCE OF OVARIAN STRUCTURES

Segundo Pérez R^{1*}., Miranda Jiménez L²., Casiano Ventura M. Á³. y Gómez Danés A. Á.⁴

^{1,2}Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo; ³Colegio de Postgraduados-Campus Puebla,
⁴Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UAN. miranda_leonor@yahoo.com.

RESUMEN

La ciclooxigenasa-2 (COX-2) es una enzima que contribuye a la síntesis de prostaglandinas; también, interviene en procesos fisiológicos, como lo es la inflamación y aspectos reproductivos tanto en el macho como en la hembra, en esta última interviene en la ovulación. Existen algunos antiinflamatorios no esteroideos (AINES) que bloquean la síntesis de estas prostaglandinas, mediante la inhibición de la COX-2, y se ha observado que inhibe la ovulación. En este trabajo se determinaron los cambios morfológicos de los ovarios y de sus estructuras después de la administración de un inhibidor de ciclooxigenasa. Para esto, se utilizaron 6 cabras divididas al azar en dos grupos y sometidas a una sincronización de estro. A un grupo (n=3) se le aplicó inhibidor de COX-2 (piroxicam), y al otro no se le aplicó este inhibidor (testigo). En todos los animales se realizó ovariectomía para medir el largo, ancho y grueso del ovario y hacer preparaciones histológicas de los mismos; en los cortes histológicos se determinaron las características estructurales de folículos y cuerpos lúteos. Se encontró que los ovarios de los animales tratados fueron más grandes que las cabras testigo. En las observaciones microscópicas; el número de folículos fue menor en cabras que recibieron piroxicam; además, se observaron folículos con presencia de oocitos simples, dobles, triples y cuádruples, de ellos el número de oocitos simples y cuádruples se redujo en aproximadamente 50% en cabras con piroxicam. Este trabajo demuestra la alteración en el ovario y en las estructuras foliculares presentes.

Palabras clave. Piroxicam, Folículos, Oocitos, Cabras, Ovulación.

INTRODUCCIÓN

Las ciclooxigenasas 1 y 2 (COX-1 y COX-2), son enzimas responsables de la conversión de ácido araquidónico (ARA) a eicosanoides y prostaglandinas (PGs). Estos compuestos son alta y biológicamente activos y tienen una amplia gama de acciones dentro de los eventos de la reproducción [Gaytán *et al.*, 2006]. Vane *et al.* (1998) encontraron que tanto la COX-1 y COX-2 están implicadas directamente en el proceso de inflamación, y de ellas la COX-2 está involucrada en el fenómeno reproductivo, la cual es un gen constitutivo en el útero y en el ovario; en este último altamente expresado durante la ovulación, ya que, participa en la ruptura del folículo y después en la fertilización, al igual que en la implantación embrionaria [Lizárraga *et al.*, 2002]. Las prostaglandinas E₂ y F₂α se localizan en el ovario y su presencia se ha localizado en el momento de la ovulación. La síntesis de prostaglandinas y la inhibición de la ovulación pueden ser modificada por inhibición de la COX-2, que a su vez es inhibida por antiinflamatorios no esteroideos (AINES), entre estos se encuentra el piroxicam [Lizárraga *et al.*, 2002]. Considerando que la COX-2 es un constituyente del ovario, por este medio se puede alterar las condiciones ováricas [Gaytán *et al.*, 2006]. En este trabajo se determinaron los cambios morfológicos de los ovarios y de sus estructuras después de la administración de un inhibidor de ciclooxigenasa

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con 6 cabras criollas de condición corporal superior a 2.5, en la comunidad de Salinas de Hidalgo en el Estado de San Luis Potosí, las cuales se dividieron al azar en 2 grupos (grupo 1 con n=3; tratamiento, grupo 2 con n=3; testigo). Las cabras fueron sometidas a una sincronización de estro, mediante la colocación de CIDR marca pfizer® con 0.3 g de progesterona durante 11 días, al momento de retirar los CIDR se administró una sola dosis de 0.5 ml eCG y 1 ml de prostaglandina F₂α. El grupo 1 contó con la administración de 1 ml de piroxicam, intramuscular cada 24 horas, durante cuatro días, mientras que al grupo dos (testigo), no se le aplicó piroxicam. Ciento veinte horas posteriores al retiro del CIDR se realizaron ovariectomías a todas las cabras, se extrajeron los ovarios y se midió el largo el ancho y el grueso, posterior a ello los ovarios se fijaron en paraformaldehído y se embebieron en parafina. De cada ovario se obtuvieron 4 cortes histológicos, los cuales fueron teñidos con hematoxilina-eosina, cada corte se observó en microscopio de campo claro a 10X y 40X., contando los folículos presentes en cada preparación histológica, presencia y número de oocitos en el interior de cada folículo, así como, número de capas de células foliculares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tamaño de los ovarios fue menor en cabras que se trataron con piroxicam. En cuanto al número de folículos, que se encontraron en el grupo piroxicam, hubo disminución de esta estructura en relación con el grupo testigo. Tanto, los folículos con contenido de un solo oocito (simples) y los cuádruples se redujeron con la aplicación de piroxicam a 57% y 50% respectivamente; en cuanto a los folículos con oocito doble la reducción fue del 20% y triple del 22%. Dos capas de células de granulosa y una de teca se observaron en folículos con menor cantidad de oocitos y de cabras tratadas con piroxicam.

CONCLUSIONES

En cabras el tamaño del ovario y el número de folículos y de oocitos presentes en los ovarios se disminuye por la administración de piroxicam; y los folículos que presentan un mayor estado de madures (los que han desarrollado dos capas de células de la granulosa e inician la formación de una capa de células de teca) son los tratados con piroxicam.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece a la LPI-11 y LPI-16 del Colegio de Postgraduados, su valioso apoyo económico para el desarrollo de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Gaytan M., Bellido C., Morales C., Sanchez-Criado J. E. and Gaytan F. 2006. Effects of selective inhibition of cyclooxygenase and lipooxygenase pathways in follicle rupture and ovulation in the rat. *Reproduction*. Vol. 132.
- Kowalska Agata, Kowalski Radoslaw K., and Zakes Zdzislaw. 2011. The Effect of Selective Cyclooxygenase (COX) Inhibitors on Japanese Medaka (*Oryzias latipes*) Reproduction Parameters. *Engineering and Technology*. Vol. 53.
- Lizárraga M. I.; Sumano L. H. y Castillo A. F. 2002. Inhibidores selectivos de la ciclooxigenasa-2: Usos potenciales en perros. *Vet. Méx.*, Vol. 33 (3).
- Vane J. R., Bakhle Y. S. and Botting R. M. 1998. Cyclooxygenases 1 and 2. *Rev. Pharmacol. Toxicol.*

DEGRADACIÓN *IN VITRO* DE FORRAJES UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE FILTRADO

IN VITRO DEGRADATION OF FORAGES USING TWO FILTERING METHODS

Arellano Cueto Alfredo¹, Guerra Medina Cándido E.¹,
Silva Luna Manuel² y Montañez Valdez Oziel D.³

¹CUCSur Universidad de Guadalajara, ²Campo Experimental Tecomán INIFAP y ³Centro Universitario del Sur Universidad de Guadalajara. frecue_88@hotmail.com

RESUMEN

Se comparó el empleo del papel filtro vs la bolsa de nylon para el filtrado en la degradación *in vitro* de forrajes, las variables fueron: la degradación *in vitro* de forrajes con 0.3 g, el pH del medio de cultivo, la concentración de bacterias totales y celulolíticas. Se utilizaron cinco pastos perennes Maralfalfa (*Pennisetum spp*), CT-115 (*Pennisetum purpureum var. CT-115*), Mombaza (*Megathyrus maximus*), Mulato II (*Brachiaria brizantha x Brachiaria ruziziensis x Brachiaria decumbens*) e Insurgente (*Brachiaria brizantha*), se evaluaron T1: filtración a través de Papel filtro y T2: filtración a través de bolsas de nylon. La degradación *in vitro* de los pastos analizados fue mayor ($P < 0.05$) en el T2, para pH de los medios de cultivo a 24 hrs de incubación. Los resultados presentaron mayor degradación *in vitro* con el uso de la bolsa de nylon que el papel filtro en el filtrado, lo cual puede estar sobreestimando el valor real de la degradación de los pastos analizados.

Palabras clave: pastos, filtrados y degradación.

INTRODUCCIÓN

La digestibilidad de los forrajes permite estimar la proporción de nutrientes presentes en el alimento, que tienen potencial de ser absorbidos por el aparato digestivo (Church y Pond, 1987). Saber la degradabilidad, de los alimentos es fundamental para establecer su valor nutritivo y para formular raciones para rumiantes (Bochi-Brum *et al.* 1999).

Aunque la determinación de la digestibilidad *in vivo* total, incluyendo la degradabilidad *in situ* o *in vivo* parcial (López, 2005), o la bolsa de nylon, son consideradas las más precisas (Broderick, 1994; Van Soest *et al.* 1966), por lo tanto se han sugerido distintos métodos alternativos, como los procesos *in vitro* para estimación de la digestibilidad (Bochi-Brum *et al.* 1999), que se realiza cuando se tiene poca cantidad de muestra.

Los métodos *in vitro* que han sido utilizados más ampliamente desde su introducción en 1963 son el de Tilley y Terry, 1963) y el de Van Soest *et al.* en 1966, considerados los procedimientos más precisos para predecir la digestibilidad en rumiantes (Goldman *et al.* 1987; Stern *et al.* 1997). Las técnicas usan papel filtro para recuperar la muestra no degradada y estimar la degradación de la materia seca del forraje. Sin embargo el papel filtro es costoso como material para realizar la técnica y no puede ser reutilizado. Para la técnica de digestibilidad *in situ* se utilizan bolsas de nylon para estimar la cantidad de forrajes degradada a nivel ruminal, estas son de menor costo y se pueden reutilizar. En este trabajo de investigación se compararon dos métodos de filtrado para la técnica de degradación *in vitro* de varios forrajes, utilizando el papel filtro vs las bolsas de nylon. Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue comparar los métodos de filtrado, utilizando papel filtro, contra el método de filtrado utilizando bolsas de nylon, para determinar la degradación *in vitro* de diversos forrajes.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se efectuó en el laboratorio de biotecnología del CUCSur de la Universidad de Guadalajara, ubicado en Autlán de Navarro, Jalisco, donde se realizó la degradación *in vitro* de cinco pastos tropicales: Maralfalfa (*Pennisetum spp*), CT-115 (*Pennisetum purpureum var. CT-115*), Mombaza (*Megathyrsus maximus*), Mulato II (*Brachiaria brizantha x Brachiaria ruziziensis x Brachiaria decumbens*) e Insurgente (*Brachiaria brizantha*) de 90 días de edad y cortados del jardín de introducción de pastos y forrajes del Sitio Experimental Costa de Jalisco de La Huerta, Jalisco. El corte fue a 30 cm en *Pennisetum* y en *Megathyrsus* y *Brachiaris*, a 10 cm, se secaron en estufa a 110 °C por 24 hrs, se molieron en un molino tipo Wiley con criba de 1.0 mm.

Se utilizó la técnica descrita por López *et al.* (1999), con medios de cultivo anaerobios (Cobos y Yokoyama, 1995). Se evaluaron tres tamaños de muestra con tres repeticiones (cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de tratamientos propuestos para determinar la degradabilidad.

Tratamientos	Muestra de Pasto Mulato (g)	Material estéril empleado	Medio de cultivo
T1	0.1	*Tubos 18 x 50 mm	9 mL
12	0.3	*Matraces de 250 mL	30 mL
13	0.5	*Matraces de 250 mL	50 mL

*A los tubos y matraces empleados se les aplicó flujo de CO₂.

Después se incubaron a 38 °C por 24 hrs para comprobar esterilidad. Para inocular los medios de cultivo para el T1 se depositó 1.0 mL 3.0 mL para el T2 y 5.0 mL para el T3 de líquido ruminal fresco, obtenido de un borrego alimentado a base de forraje. Se incubaron a 38 °C por 48 hrs. Para cuantificar la muestra degradada se filtró con papel filtro (Wathman No 541), con bomba de vacío y para el filtrado con bolsas de nylon un tamaño de 17 x 9 cm y poro de 50 µm, el material recuperado se secó a 65 °C durante 48 hrs y por diferencia de peso se calculó el material degradado. Para determinar la degradación *in vitro* de los otros pastos mencionados, se utilizó el T2 con 0.3 g de muestra. Para determinar el pH se utilizaron tres medios de cultivo, a los que después de 24 hrs se les tomó con un potenciómetro calibrado a dos valores de pH (4.0 y 7.0).

Las variables evaluadas fueron: Degradación *in vitro* de los forrajes y pH.

Los resultados se analizaron por el diseño completamente al azar, analizando DIVMS y pH. El análisis se realizó por el procedimiento de mediciones repetidas y la comparación de medias fue Tukey (SAS, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se muestran los resultados de degradación *in vitro* del pasto mulato; cuando se comparó el tamaño de muestra a 48 hrs de incubación, se observa que hubo diferencia entre tratamientos utilizando el papel filtro, la menor degradación se tuvo cuando se utilizó 0.1 g de muestra ($P < 0.05$) y no hubo diferencia cuando se utilizó 0.3 o 0.5 g de muestra ($P > 0.05$), al utilizar bolsas de nylon no hubo diferencia en la degradación entre los diferentes tamaños de muestra ($P > 0.05$). Cuando se comparó el método de filtrado se tuvo diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$) con todos los tamaños de muestra, teniendo mayor degradación cuando se utilizó la bolsa de nylon para filtrar.

Cuadro 2. Degradación *in vitro* (%) de pasto mulato II a 48 hrs de incubación.

Tamaño de muestra	Papel Wathman 541	Bolsas de nylon	EEM
0.1 g	50.58b, b	83.77a, a	5.24
0.3 g	64.33a, b	83.92a, a	0.98

0.5 g	61.43a, b	86.15a, a	1.13
EEM	4.25	1.32	

a, b: literales diferentes en la misma columna e hilera indican diferencia estadística (P<0.05).

Los resultados del pH de los medios de cultivo (cuadro 3), el análisis muestra diferencia entre tratamientos (P<0.05), en los pastos empleados exceptuando Maralfalfa que no fueron diferentes (P>0.05). Sin embargo, es necesario mencionar el Ph en todas las observaciones fue ligeramente ácido y que la diferencia entre los pastos fue una décima de unidad 6.63 en Maralfalfa vs 6.73 en Insurgente, con papel filtro, mientras que en bolsa de nylon la diferencia fue de fue un poco más pero no llego ser de dos decimales (6.53 en CT-115 vs 6.67en Mombaza).

En el Cuadro 4, se observa los resultados de la degradación *in vitro* de los pastos CT-115 y Maralfalfa hasta 96 horas de incubación, se observa diferencia entre tratamientos (P<0.05), en donde la mayor degradación se tuvo al utilizar la bolsa de nylon para filtrar y fueron estadísticamente similares en la hora 0 (P>0.05). En papel filtro entre la hora 0 y la 6 no existe diferencia entre tratamientos (P>0.05), mientras que en los demás tiempos de medición mostrando significativa (P<0.05) entre tratamientos, siendo más degradados cuando se utilizó la bolsa de nylon para filtrar en ambos pastos, con una diferencia de 28.3% en Maralfalfa y de 23.7% en CT-115 a favor de la bolsa de nylon.

Cuadro 3. pH del medio de cultivo con 0.3 g de muestra a 24 horas de incubación.

Forraje	Papel filtro	Bolsas de nylon	EEM
CT-115	6.66 ^a	6.53 ^b	0.014
Maralfalfa	6.63 ^a	6.59 ^a	0.022
Insurgente	6.73 ^a	6.60 ^b	0.012
Mulato	6.70 ^a	6.57 ^b	0.023
Mombaza	6.71 ^a	6.67 ^b	0.014

a, b: literales diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística entre tratamientos (P<0.05).

Cuadro 4. Degradación *in vitro* (%) de los pastos CT-115 y Maralfalfa.

Hora	CT-115		EEM	Maralfalfa		EEM
	Papel filtro	Bolsa nylon		Papel filtro	Bolsa nylon	
0	15.18a	22.98a	7.14	24.29a	37.17a	7.42
6	15.41b	28.99a	2.33	26.59a	40.27a	7.10
12	17.47b	35.66a	3.49	27.61b	48.15a	1.14
24	17.73b	55.95a	2.003	32.58b	68.29a	4.24
48	38.74b	60.66a	10.57	52.44b	76.71a	1.29
72	39.50b	66.70a	4.16	54.03b	79.41a	1.56
96	47.35b	71.05a	2.72	56.01b	84.31a	1.69

a, b: literales diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística entre tratamientos (P<0.05).

En el Cuadro 5 se muestra la degradación *in vitro* de los pastos Insurgente y Mulato II, donde la mayor degradación se obtuvo al utilizar la bolsa de nylon para filtrar teniendo diferencia entre tratamientos en todas las horas de incubación (P<0.05), a excepción de lo observado en la hora 0 en pasto Insurgente la cual no hay diferencia (P>0.05), no así en el pasto Mulato II, donde si hubo diferencia significativa (P<0.05) en todas las horas de incubación. En estas dos especies de brachiarias se encontró que la mayor diferencia de degradación entre el uso del papel filtro y bolsa de nylon fue a las 24 hrs con 31.3% mayor en bolsa de nylon.

En el Cuadro 6 se muestran los resultados de la degradación *in vitro* del pasto Mombaza, en el cual se observan diferencias estadísticas ($P<0.05$) entre tratamientos, para todas las horas, donde la degradación más alta fue al utilizar la bolsa de nylon para filtrar. Al cuantificarse la diferencia de la degradación entre el papel filtro y la bolsa de nylon se encontró que en la hora 0 existió menor diferencia entre ambos con 5.11%, mientras que la mayor diferencia se registró a las 24 hrs con 18.3%, es necesario mencionar que en todos los tiempos de degradación la bolsa de nylon siempre fue mayor que cuando se utilizó el papel filtro.

Cuadro 5. Degradación *in vitro* (%) de los pastos Insurgente y Mulato II.

Hora	Insurgente		EEM	Mulato II		EEM
	Papel filtro	Bolsa nylon		Papel filtro	Bolsa nylon	
0	25.89a	30.64 ^a	4.01	35.71b	46.84a	1.25
6	31.45b	32.75 ^a	0.46	35.79b	54.49a	2.30
12	31.92b	38.57 ^a	2.06	39.21b	55.26a	1.66
24	39.56b	57.52 ^a	6.50	40.60b	71.90a	5.21
48	56.47b	72.11 ^a	3.06	59.67b	83.77a	3.99
72	66.30b	75.25 ^a	1.47	64.94b	83.96a	2.54
96	66.43b	79.99 ^a	4.09	66.11b	90.41a	3.67

a, b: literales diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística entre tratamientos ($P<0.05$).

Cuadro 7. Degradación *in vitro* (%) del pasto Mombaza.

Horas	Papel Filtro	Bolsa Nylon	EEM
0	26.61b	31.72a	2.17
6	28.23b	33.85a	1.95
12	28.67b	35.40a	1.91
24	37.03b	55.35a	2.32
48	53.09b	63.28a	2.84
72	58.32b	63.83a	1.70
96	61.14b	66.29a	1.64

a, b: literales diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística ($P<0.05$).

CONCLUSIONES

En este estudio se observó que utilizar 0.1 g de muestra para degradación *in vitro* hay mayor variación en los resultados que al utilizar 0.3 o 0.5 gramos.

El medio de cultivo empleado permitió actividad óptima de bacterias ruminales.

Utilizar la bolsa de nylon para filtrado y determinar degradación *in vitro* de forrajes, la degradación es mayor pero puede estar sobrestimado el valor de la degradación por lo que se debe realizar más investigaciones al respecto.

LITERATURA CITADA

Bochi-Brum, O., D. Carro, C. Valdés, J. González, y S. López. S. 1999. Digestibilidad *in vitro* de forrajes y concentrados: efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal. Arch Zoot. 48: 51-61.

- Broderick, G. 1994. Quantifying forage protein quality. In: Fahey G, Ed. Forage quality, evaluation and utilization. American Society of Agronomy Inc., Madison, WI.
- Church, D. y W. Pond. 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México. Ed. Limusa.
- Goldman, A., A. Genizi, A. Yuzari, y N. Seligman. 1987. Improving the reliability of the two-stage *in vitro* assay for ruminant feed digestibility by calibration against *in vivo* data from a wide range of sources. Anim Feed Sci and Technol. 18: 233-245.
- López, S., M. D. Carr, J. S. González, y F. J. Ovejero. 1999. 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. 73: 99-113.
- SAS, System for Windows. 2001. SAS User's Guide Statistics, SAS Inst. Inc. Cary North Carolina. EE. UU.
- Stern, M., A. Bach, y S. Calsamiglia. 1997. Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. J. Anim. Sci. 75: 2256-2276.
- Van Soest, P., R. H. Wine, y L. A. Moore. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the *in vitro* digestion of cell walls. Proc. 10th Int. Grasslands Congress. Helsinki. Finnish Grassland Association. 438-441.
- Tilley J. y R. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grass. Soc. 18: 104-111.

EFFECTO DEL GENOTIPO, SEXO Y TIPO DE PARTO SOBRE EL CRECIMIENTO DE OVINOS EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

EFFECT OF GENOTYPE, SEX AND TYPE OF BIRTH ON GROWTH SHEEP IN NORTHERN TAMAULIPAS

Rubén D. Garza C.*¹; Jaime Flores T.², Manuel de la Garza C.¹,
Pedro Hernández R.³ y Pedro Zárate F.⁴

¹Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, ²La Barreta S.P.R. de R.L., ³Sitio Experimental Zaragoza -INIFAP, ⁴Facultad de Ingeniería y Ciencias-UAT ¹km 61 Carretera Matamoros-Reynosa, Tam. y ⁴C. U. Victoria, Tam. garza.ruben@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del genotipo, sexo y tipo de parto sobre la ganancia de peso en corderos en crecimiento. Se utilizaron dos genotipos de ovinos de pelo, Katahdin y ½ Dorper: ½ Pelibuey. Las variables de respuesta fueron peso al nacimiento (PN), peso a los 30, 60 y 120 días. El PN fue mayor en Katahdin (3.76 kg) con relación a ½ Dorper:½ Pelibuey (2.83 kg); el sexo no influyó ($P>0.05$) sobre el PN. El PN de los corderos provenientes de parto simple (3.71 kg) fue superior a los de parto múltiple (2.70 kg), desde el nacimiento hasta el destete. La ganancia de peso a los 30, 60 y 120 días fue mayor en Katahdin (9.19, 16.50 y 27.88 kg) en comparación a ½ Dorper:½ Pelibuey (7.44, 13.73 y 23.95 kg). A los 30 y 60 días de crecimiento, el tipo de sexo no influyó sobre la ganancia de peso. Sin embargo a los 120 de crecimiento, los machos fueron en promedio 16.99% superiores en peso a las hembras (28.02 vs 23.95 kg). Se observó que las crías provenientes de partos simples fueron más pesadas desde el nacimiento (3.71 kg) hasta los 120 días de crecimiento (28.37 kg) en comparación a las crías provenientes de partos múltiples (2.70 y 22.20 kg, respectivamente). Se concluye que las mayores ganancias de peso desde el nacimiento hasta los 120 días de crecimiento fueron obtenidas en el genotipo Katahdin, el cual puede ser considerado como una alternativa para mejorar la productividad de los rebaños ovinos en el norte de Tamaulipas.

Palabras clave: Ovinos de pelo, Genotipo, Crecimiento.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of genotype, sex and type birth on weight gain in growing lambs. We used two genotypes of hair sheep, Katahdin and ½Dorper: ½Pelibuey. The response variables were birth weight (BW), weight at 30, 60 and 120 days. The BW was higher in Katahdin (3.76 kg) relative to ½Dorper: ½ Pelibuey sheep (2.83 kg), the sex did not influence ($P> 0.05$) on the BW. The lambs from single birth (3.71 kg) were higher than those of a multiple birth, from birth to weaning with values of (2.70 kg). Weight gain at 30, 60 and 120 days was higher in Katahdin (9.19, 16.50 and 27.88 kg) compared to ½Dorper: ½ Pelibuey sheep (7.44, 13.73 and 23.95 kg). Both at 30 and 60 days of growth, the sex did not influence on weight gain. But growth at 120, males were on average 16.99% more than females (28.02 vs. 23.95 kg). It was observed that the offspring from singleton births were heavier at birth (3.71 kg) to 120 days of growth (28.37 kg) compared to offspring from multiple births (2.70 and 22.20 kg, respectively). We conclude that greater weight gain from birth to 120 days of growth were obtained in genotype Katahdin, which can be considered as a alternative to improve the productivity flocks of sheep in northern Tamaulipas.

Keywords: Hair Sheep, Genotype, Growth.

INTRODUCCIÓN

La diversidad genética para la producción de ovinos es de alrededor de 279 razas ubicadas en varias partes del mundo, las cuales tienen diversos objetivos de producción (carne, lana, leche), para desarrollarse bajo una gran diversidad de condiciones ambientales y de mercado. En México, desde 1999 a la fecha, el crecimiento medio anual de la producción de carne de ovino ha sido del 3.6%, con tan solo un 1% de crecimiento en la población de ovinos, lo que ha traído como consecuencia un cambio en la proporción en que la producción nacional ha venido participando en el abasto de carne de ovino en México, en relación con las importaciones (Arteaga, 2007). El inventario de ovinos en Tamaulipas es de 417,430 cabezas, distribuidas principalmente en los municipios de San Fernando, Reynosa, González, Mante, Altamira y Victoria. En la zona norte de Tamaulipas se concentra más del 62.3% de la población ovina del estado, con inventario de 260,159 cabezas, lo que la ubica como la zona borreguera más importante del estado (Sampallo, 2009). Por lo anterior, es importante la identificación de genotipos que contribuyan a mejorar la productividad de los rebaños ovinos bajo las condiciones ambientales de la región, debido a esto el objetivo del estudio fue evaluar el efecto del genotipo, sexo y tipo de parto sobre la ganancia de peso en corderos en el norte de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental fue desarrollado en las instalaciones del módulo de ovinos del Campo Experimental Río Bravo dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el km 61 de la carretera Matamoros-Reynosa y localizado en las coordenadas geográficas 25° 57' LN y 98° 01' LO y 25 msnm. La información se obtuvo de un empadre realizado entre marzo-abril de 2012. Se utilizaron corrales, equipados con comederos y bebederos y 26 corderos del genotipo Katahdin y 33 del genotipo ½ Dorper: ½ Pelibuey. Los animales se mantuvieron en corrales de piso de tierra; previo a su ingreso a los corrales los corderos fueron desparasitados internamente con Closantil® 5.0%; pesados en una báscula electrónica, desde el peso al nacimiento (PN); así como a los 30, 60 y 120 días y fueron identificados con collares numerados con la finalidad de facilitar su identificación en los pesajes. Además, se utilizó una dieta a libre acceso con un 14% de proteína a base de sorgo entero, forraje molido, harina de soya, melaza, sal en grano, así como vitaminas y minerales. El agua se proporcionó a libre acceso mediante bebederos automáticos. Las variables de respuesta fueron peso al nacimiento, ganancia de peso a los 30, 60 y 120 días de edad. El análisis estadístico fue completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 x 2, siendo el primer factor los genotipos, el segundo fue el sexo y el tercero el tipo de parto (TP). Las comparaciones de medias se hicieron con la prueba de Tukey (SAS, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza indicó que no hubo interacción entre genotipo*sexo*tipo de parto ($P < 0.05$). Asimismo, se encontró diferencia ($P < 0.05$) para PN con respecto a genotipos (Cuadro 1), los valores de PN fueron mayores en Katahdin (3.76 kg) con relación a ½ Dorper: ½ Pelibuey (2.83 kg). De igual manera, el sexo no influyó ($P > 0.05$) sobre el PN; sin embargo, se encontró diferencia con respecto a TP, los corderos de parto simple resultaron más pesados (3.71 kg) que los corderos de parto múltiple (2.70 kg). Hernández *et al.* (2007), al comparar corderos Blackbelly, Dorper, Katahdin y Pelibuey, reportaron mayores pesos al nacimiento para crías de parto simple en razas Dorper y Katahdin. Combellas (1980), señala que en genotipos ovinos de pelo, el peso al nacimiento está influenciado por factores genéticos, fisiológicos y del medio ambiente.

Cuadro 1. Efecto del genotipo, sexo y tipo de parto sobre el peso al nacimiento (kg).

Genotipo	Sexo		Tipo de parto		Promedio genotipo*
	Hembras	Machos	Simple	Múltiple	
Katahdin	3.70±0.57	3.80±0.64	3.85±0.61	3.33±0.31	3.76±0.60 a
½ Dorper:½ Pelibuey	2.52±0.60	3.09±0.76	3.35±0.73	2.44±0.47	2.83±0.74 b
Promedio**	3.18±0.83 a	3.49±0.77 a	3.71±0.68 a	2.70±0.59 b	

* valores con distinta literal entre columnas son estadísticamente diferentes (P<0.05). ** valores con distinta literal entre hileras son estadísticamente diferentes (P<0.05).

En cuanto a la ganancia de peso de los corderos a los 30 días de edad se encontró efecto (P<0.05) del genotipo, siendo los valores más altos en el genotipo Katahdin (9.19 kg) con relación a ½ Dorper:½ Pelibuey (7.44 kg). Asimismo, el sexo no influyó (P>0.05) sobre el peso a los 30 días. Sin embargo, se encontró diferencia con respecto a TP (Cuadro 2), ya que los corderos de parto simple resultaron más pesados (9.59 kg) que los corderos de parto múltiple (6.30 kg).

Cuadro 2. Efecto del genotipo, sexo y tipo de parto sobre el peso de corderos a los 30 días de crecimiento (kg).

Genotipo	Sexo		Tipo de parto		Promedio genotipo*
	Hembras	Machos	Simple	Múltiple	
Katahdin	9.26±1.86	9.12±2.47	9.84±1.75	6.25±1.44	9.19±2.19 a
½ Dorper:½ Pelibuey	7.03±2.41	7.79±2.38	8.97±2.13	6.32±1.91	7.44±2.37 b
Promedio**	8.27±2.37 a	8.54±2.49 a	9.59±1.88 a	6.30±1.75 b	

* valores con distinta literal entre columnas son estadísticamente diferentes (P<0.05). ** valores con distinta literal entre hileras son estadísticamente diferentes (P<0.05).

El peso de los corderos a los 60 días de edad se vio fuertemente influenciado por el genotipo (Cuadro 3), sobresaliendo Katahdin (16.50 kg) con respecto a ½ Dorper:½ Pelibuey (13.73 kg), en este sentido Hurtado *et al.* (2003), al trabajar con corderos West African y Blackbelly Barbados encontraron efecto del genotipo sobre el peso al destete, evidenciando además efecto del tipo racial sobre el peso al destete en corderos mestizos. Igualmente, el sexo no influyó (P>0.05) sobre el peso de los corderos a los 60 días; mientras que el TP presentó diferencias, obteniéndose los corderos más pesados en los partos simples (17.0 kg) en comparación a los corderos provenientes de múltiples (12.22 kg). Este comportamiento está en estrecha relación con la producción de leche de la oveja y en su habilidad para amamantar más de una cría (Torres y Hohenboken, 1980; Snowden y Glimp 1991; Zambrano, 1997).

Cuadro 3. Efecto del genotipo, sexo y tipo de parto sobre el peso de corderos a los 60 días de crecimiento (kg).

Genotipo	Sexo		Tipo de parto		Promedio genotipo*
	Hembras	Machos	Simple	Múltiple	
Katahdin	17.42±3.95	16.65±3.22	17.46±3.07	12.55±3.35	16.50±3.64a
½ Dorper:½ Pelibuey	12.45±4.22	14.82±3.05	15.95±3.11	12.10±3.40	13.73±3.76b
Promedio**	15.21±4.72a	15.26±3.12a	17.00±3.12a	12.22±3.31b	

* valores con distinta literal entre columnas son estadísticamente diferentes (P<0.05). ** valores con distinta literal entre hileras son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Se observó diferencia ($P < 0.05$) para el peso de los corderos a los 120 días de edad con respecto a genotipos (Cuadro 4), los mayores pesos fueron obtenidos en el genotipo Katahdin (27.88 kg) en comparación al genotipo $\frac{1}{2}$ Dorper: $\frac{1}{2}$ Pelibuey (25.95 kg). Por otro lado, el sexo influyó ($P < 0.05$) sobre el peso a los 120 días, con mayor ganancia de peso en los machos (28.02 kg) en comparación con las hembras (23.95 kg). Estrada *et al.* (2004), reportan resultados similares en ovinos Pelibuey y sus cruzas con Dorper, presentando los machos mayor peso que las hembras.

Asimismo, se encontró diferencia respecto al tipo de parto, corderos provenientes de parto simple resultaron más pesados (28.37 kg) que los de parto múltiple (22.20 kg). Este comportamiento fue observado por Zambrano (1997), González *et al.* (2002) y Baeza *et al.* (2006) en genotipos de pelo. Lo anterior se atribuye principalmente a que la cría única durante su permanencia en el útero no tiene competencia alguna por nutrimentos y por espacio, contrario a lo que sucede con las crías gemelares.

Cuadro 4. Efecto del genotipo, sexo y tipo de parto sobre el peso de corderos a los 120 días de crecimiento (kg).

Genotipo	Sexo		Tipo de parto		Promedio genotipo*
	Hembras	Machos	Simple	Múltiple	
Katahdin	26.93±7.60	28.83±5.38	28.22±6.39	26.50±7.56	27.88±6.54a
$\frac{1}{2}$ Dorper: $\frac{1}{2}$ Pelibuey	20.22±6.45	27.15±7.73	28.68±6.98	20.48±6.71	23.95±7.86b
Promedio**	23.95±7.76b	28.02±6.55a	28.37±6.48a	22.20±7.32b	

* valores con distinta literal entre columnas son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). ** valores con distinta literal entre hileras son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

CONCLUSIONES

Las mayores ganancias de peso desde el nacimiento hasta los 120 días de crecimiento fueron obtenidas en el genotipo Katahdin. El tipo de parto influyó en el peso, ya que los corderos provenientes de parto simple fueron más pesados que los provenientes de parto múltiple. Además, los machos obtuvieron un mayor crecimiento después de los 60 días. Por lo anterior, el genotipo Katahdin puede ser considerado como una alternativa para mejorar la productividad de los rebaños ovinos en el norte de Tamaulipas.

LITERATURA CITADA

- Arteaga, C. J. D. 2007. Diagnostico actual de la situación de los ovinos en México. Revista El Borrego. Número 46 Mayo-Junio.
- Baeza, R.J. J, J. A. Mondragón F., J. Ramón U. y R. F. Bores Q. 2006. Pesos al nacimiento y al destete de corderos Pelibuey y Blackbelly cruzados con Dorper, Katahdin e Ile de France. XLII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. pp.223.
- Combellas, J. 1980. Production and reproduction parameters of tropical sheep breeds in improved production systems. Rev. Tropical Animal Prod. 5:3:266-272.
- Estrada, A. A., Sierra T. J. S. y Gutiérrez R. E. 2004. Evaluación de la productividad de ovinos de la raza Pelibuey y sus cruzas con Dorper. XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. pp. 227.
- González, G. R., H.G. Torres y A.M. Castillo. 2002. Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. Revista Veterinaria. 33:443-453.

- Hernández, B. J., Aguilar M. C., Pérez-León M. I., Gamboa A. J. G. y Aragón C. A. 2007. Efecto del tipo de parto en el peso al nacimiento y al destete en cuatro grupos raciales de ovinos. XLIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. pp. 107.
- Hurtado, A., Salvador A., Morantes M., Colmenares O. 2003. Relación entre el peso corporal, medidas corporales y edad en corderos de raza West African y Barbados barriga negra desde el nacimiento al destete. Rev. Facultad de Ciencias Veterinarias. UCV. 44 (2): 145-155.
- Sampallo, H. M. 2009 Evaluación Productiva de Grupos Raciales de Ovinos de Pelo en el Norte de Tamaulipas. Tesis de Maestría en Producción Animal Tropical. U. A. M. Agronomía y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. 55p.
- SAS. 2004. STAT/SAS User's Guide, release 9.1 ed. SAS Institute, Cary, NC.
- Snowder, G.D. and Glimp H.A. 1991. Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. J. Anim. Sci. 69:923-930.
- Torres, H.G. and Hohenboken W. 1980. Relationships between ewe milk production and composition and preweaning lamb weight gain. J Anim. Sci. 50:597-603.
- Zambrano, A. C. R. 1997. Crecimiento predestete en corderos West African. Archivos de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal 5(1):442-444.

PRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (FVHM) EN LA ALIMENTACIÓN DE CORDEROS DE PELO

PRODUCTION AND EVALUATION OF HYDROPONIC GREEN FORAGE MAIZE (FVHM) FOR FEEDING HAIR LAMBS

Rosendo Alberto Alcaraz Romero^{1*}, Javier G. Cantón Castillo¹,
Zavala León Manuel¹, Maximiliano Martínez Guadalupe¹

¹Campo Experimental Mocochoá. CIR Sureste. INIFAP. alcaraz.alberto@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se evaluó el rendimiento y el efecto del nivel de inclusión del FVHM en la ración sobre el crecimiento de corderos de pelo. La producción del FVHM se realizó en un invernadero provisto de módulos con charoleras y con un sistema de riego automatizada por nebulización. La producción se realizó en ciclos de 15 días a partir un kg de semilla de maíz previamente lavada y desinfectada. Para la prueba de engorda se utilizaron 20 corderos machos destetados con un peso vivo promedio de 20.0 kg \pm 2.18 kg, DE, los cuales se distribuyeron mediante un diseño totalmente al azar a cuatro tratamientos; 0, 20, 40 y 60% de FVHM en la ración de corderos, constituida a base de alimento comercial con 14% de proteína cruda. Cada tratamiento tuvo cinco repeticiones y cada una de éstas consistió en un animal instalado en una corraleta. La ración se ofreció diariamente por las mañanas hasta el final del experimento, el cual tuvo una duración de 84 días. El rendimiento de FVHM por kg de semilla germinada fue de 6.5 \pm 1.5 kg (base húmeda), el cual tuvo un contenido de 21% MS, 18.3% PC, 55.3% FDN, 20.5% FDA y 3.7% de Cenizas. Los corderos que recibieron 60% de FVHM registraron un menor consumo de MS, debido al mayor contenido de humedad del forraje (P<0.05). Se observó que los animales del tratamiento con 0% de FVHM tuvieron una mayor ganancia diaria de peso (255^a, 246^{ab}, 202^{bc} y 170^c g/animal/d) y peso total (16.6^a, 16.1^a, 16.1^{ab} y 9.53^b) en comparación con los que recibieron la ración con 40 y 60% de FVHM (P<0.01). No se registraron diferencias significativas para ambas variables entre los animales del tratamiento con 0 y 20% FVHM, ni entre los que consumieron las dietas con 40 y 60% de FVHM (P>0.05). Se concluye que es posible obtener ganancias de peso aceptables en corderos alimentados con raciones que incluyan hasta un 60% de FVHM.

Palabras clave: Forraje hidropónico, ovinos, alimentación

INTRODUCCIÓN

La producción de forraje en el trópico seco se caracteriza por ser marcadamente estacional, de tal manera que la mayor producción y la mejor calidad se obtiene durante la estación de lluvias. Esta situación hace que los animales en condiciones del trópico ganen peso en esta temporada y lo pierdan durante las épocas de invierno y primavera, cuando la disponibilidad de forraje y nutrientes es más reducida.

Actualmente existen diversos métodos para suplementar al ganado ovino en épocas críticas como la sequía, siendo los más populares el silo de forraje y heno de pasto, sin embargo ninguno de éstos se adapta totalmente a las necesidades y características de los productores, debido a que se implementan con la finalidad de obtener el mejor alimento posible a bajo costo, lo cual no siempre resulta ser eficiente. Por lo tanto, es indispensable buscar nuevas alternativas tecnológicas que permitan la generación de recursos forrajeros cuando los animales lo necesiten en acorde a la naturaleza y que permitirá reducir el dispendio de los recursos naturales que ocasionan el impacto ambiental por la utilización de grandes superficies que han sido artificialmente modificadas. En este sentido, el Forraje Verde Hidropónico de Maíz (*Zea mays*) (FVHM) podría representar una alternativa muy valiosa para la producción rápida y constante de forraje verde, de un incalculable

valor nutritivo para el ganado en zonas ganaderas donde la época de secas es prolongada. Según (FAO, 2002) la producción de FVHM es una práctica exitosa desde hace mucho tiempo en varios países, como Estados Unidos de América.

Algunos autores como Herrera *et al.*, (2007) y Pérez, (1987), mencionan que con esta tecnología se obtiene rápidamente, a bajo costo y en forma sostenible una biomasa vegetal sana, limpia y de alto valor nutritivo para alimentación animal. Sin embargo, se desconoce el rendimiento del FVHM producido bajo condiciones del trópico mexicano y el efecto que pudiera tener en la alimentación de los ovinos. Con base a lo anterior, se planteó el presente con el objeto de determinar el rendimiento y evaluar el efecto del nivel de inclusión del FVH en la ración sobre el crecimiento de corderos de pelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de área de estudio. El ensayo se realizó en Chiná, Campeche, México, localizado a 19° 44' de latitud norte y 90° 26' de longitud oeste, a 15 m.s.n.m., con clima tropical subhúmedo AW, de acuerdo a la clasificación Koopen, modificada por García (1973) y con 1200 mm de precipitación anual, distribuida entre junio y noviembre (Duch, 2002). Las temperaturas máximas, media y mínima son, respectivamente, de 36, 26 y 18° C. El fotoperiodo es menor de 11 h en diciembre y superior a 13 h en julio (UNAM, 1991). Se realizó un análisis de agua y se encontró el contenido de pH de 6.92 con 105.71 de Ca (mg/L), 30.94 de Mg (mg/L), 133.49 de Na (mg/L), 294.29 de bicarbonatos (mg/L), 53.43 de sulfatos (mg/L) y RAS de 2.93.

Producción del FVHM. Se utilizaron semillas de maíz (*Zea mays* L.) con una germinación del 95% de buena calidad física y sin impurezas. La producción de forraje se realizó en ciclos de 15 días a partir un kg de semilla de maíz previamente lavada y desinfectada con hipoclorito de sodio al 3% por 20 minutos. Para su pre germinación, la semilla se lavó y se remojó durante 24h, posteriormente se colocó en charolas con dimensiones de 60 cm x 37 cm x 4.5 cm en una cámara oscura por 32 horas. Una vez germinada la semilla, se dejaron las plántulas durante once días bajo riego por nebulización en una área protegida con malla antiafidos. Se tomaron muestras del forraje en cada ciclo de producción para determinar su contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y cenizas (C), de acuerdo a los procedimientos recomendados por el AOAC (2000)

Evaluación del FVHM en la alimentación de corderos de pelo. Se evaluó el efecto del nivel de inclusión del FVHM en la ración sobre el consumo voluntario de MS y la ganancia diaria de peso de corderos de pelo. Se utilizaron 20 corderos machos destetados con un peso vivo promedio de 20.0 kg \pm 2.18 kg, DE, los cuales se distribuyeron mediante un diseño totalmente al azar (Montgomery, 2004) a cuatro tratamientos; 0, 20, 40 y 60% de FVHM en base seca (BS) en la ración de corderos, constituida a base de alimento comercial con 14% de proteína cruda y heno picado de pasto Estrella (*Cynodon nlemfluensis*) (Cuadro 1).

Cada tratamiento tuvo cinco repeticiones y cada una de éstas consistió en un animal instalado en una corraleta provista de comedero, bebedero, con piso de cemento y área de sombra. Previo al inicio de la prueba, los corderos se desparasitaron internamente (ivermectina) y se vacunaron contra *Pasteurella multocida*. Asimismo, tuvieron un periodo de adaptación a las dietas y corraletas de 14 días. Se proporcionó primero por las mañanas el alimento balanceado, posteriormente se suministró el FVHM adicionado con el heno picado de Estrella (*Cynodon nlemfluensis*). Se registró cada dos días el consumo de alimento, pesando la cantidad ofrecida y rechazada de cada uno los ingredientes de la ración. Los consumos de alimento se ajustaron cada 14 días con base al peso vivo de los animales. Se determinó la ganancia diaria de peso (GDP) de los corderos pesándolos al inicio, cada 14 días y al final del periodo de mediciones, el cual tuvo una duración de 84 días.

La GDP por período se analizó mediante un modelo de medidas repetidas, en tanto que las demás variables se analizaron empleando un modelo lineal (GLM) para efectos fijos, que consideraron el efecto del nivel de inclusión del FVHP en la dieta, usando los procedimientos Proc Mixed y Proc GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2003).

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales utilizadas en la alimentación de corderos de pelo (% BS)

Tratamiento	0%	25%	50%	60%
FVHM	0%	25%	50%	60%
Heno	0%	5%	10%	10%
Concentrado	100%	70%	40%	30%
Total de ración	100%	100%	100%	100%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento promedio obtenido del FVHM fue de 6.35 ± 0.88 kg DE/kg forraje verde/kg semilla germinada, el cual es superior al reportado por Vargas (2008), quien obtuvo valores de 4.3 kg forraje/kg semilla, en maíz forrajero cosechado a 20 días de edad, sin embargo, Juárez (2013) reporta rendimientos de 7.0 kg forraje/kg de semilla, a una edad del cultivo de 14 días, siendo este ligeramente superior al encontrado en este trabajo. Se observó un alto contenido de PC (18:3%) en el FVHM, por lo que puede ser considerado como un forraje de alto valor nutritivo para el ganado. Los demás componentes químicos hallados en el FVHM fueron: 23.0% MS, 55.3% FDN, 20.5% FDA y 3.7% C.

Los corderos que recibieron el 60% FVHM registraron un menor consumo de MS en comparación con los demás tratamientos ($P < 0.05$), lo cual puede ser atribuible al mayor contenido de humedad del forraje. No se encontraron diferencias significativas entre los animales que recibieron las dietas con 20 y 40% de FVHM ($P > 0.05$). Los valores de consumo de MS obtenidos se encuentran dentro los rangos establecidos para los ovinos de pelo (Castellanos, 1989; Huerta, 2001). Los corderos del tratamiento con 0% de FVHM tuvieron una mayor ganancia diaria de peso y peso total en comparación con los que recibieron el 40 y 60% de FVHM ($P < 0.01$). No se registraron diferencias significativas entre los corderos del tratamiento con 0 y 20% FVHM, ni entre los que consumieron las dietas con 40 y 60% de FVHM ($P > 0.05$) (Cuadro 2). Otros autores (Morales, 1987) reportan ganancias diarias de peso de 240 g en corderos alimentados con concentrado ad libitum más 300 g de materia seca de FVH, la cual es similar a la obtenida en este estudio con animales que recibieron 20% de FVHM en su dieta base. Este autor concluye que la inclusión del FVHM en la dieta de los corderos permitió mejorar la asimilación del concentrado y disminuir el tiempo de engorda de los corderos. A pesar, de que los animales del tratamiento con 60% de FVHM registraron las menores GDP, los valores obtenidos son muy superiores a los encontrados en otros estudios con animales alimentados a base de forraje y algún suplemento proteico, en el cual se reportan GDP de 60 a 80 g/animal (González et al. 2011;). Lo anterior puede ser atribuido al mayor valor nutricional que tiene el FVHM. Herrera et al., 2007 observaron una mayor GDP en ovinos que recibieron como suplemento afrechillo de trigo en comparación con FVHM en su dieta base constituida con pasto *Panicum maximum* (41 vs 12 g/anim), en el cual el FVHM representó el 19% de la dieta total, lo cual a diferencia de este trabajo, éstos autores no utilizaron alimento concentrado, lo cual explica las bajas GDP obtenidas.

Cuadro 2 del nivel de inclusión de Forraje verde hidropónico de maíz (FVHM) sobre el efecto crecimiento de corderos de pelo.

Variables	Nivel de inclusión del FVHM				E.E.M.
	0%	20%	40 %	60%	
Consumo de MS (g/d)	954 ^b	1124 ^a	1112 ^{ab}	928 ^c	117
Peso Inicial (kg)	21.44	23.48	21.26	19.00	3.11
Peso Final (kg)	39.00 ^a	38.60 ^a	35.00 ^a	27.13 ^b	3.63
Ganancia Diaria de peso(g)	255 ^a	246 ^{ab}	202 ^{bc}	170 ^c	6
Ganancia Total de peso (kg)	17.60 ^a	16.11 ^a	16.11 ^{ab}	9.53 ^b	3.30

Letras diferentes en la misma fila denota diferencias significativas al (P<0.05);
E.E.M. = error estándar de la media

CONCLUSIONES

Se concluye que el forraje verde hidropónico de maíz tiene un alto contenido de proteína, con lo cual es posible obtener ganancias de pesos adecuadas en corderos de pelo alimentados con raciones que incluyan hasta un 60% del forraje.

AGRADECIMIENTOS. Proyecto parcialmente financiado por Fundación Produce Campeche A.C.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th Ed., AOAC International, Gaithersburg, MD, USA, Official Method **999.11**.
- Duch GJ. 2002. Los regimenes climáticos en la conformación territorial del Estado de Yucatán. México. pp: 107-231. Castellanos RA. 1989. Requerimientos Alimenticios del Borrego Pelibuey. En: Tecnologías para la Producción de Ovejas Tropicales. FAO. Mérida, México y Santiago, Chile. 78-90.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2002. Manual Técnico: Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago de Chile, Chile.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM. Méx. 71 p.
- González GR, Torres HG, Arece GJ. 2011. Ganancia de peso de ovinos alimentados con pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) suplementados con diversas fuentes de proteína Avances en Investigación Agropecuaria 13(3): 3-20.
- Herrera AAM.; Depablos ALA.; López MR.; Benzra SMA.; Leyla R. 2007. Degradabilidad y Digestibilidad de la Materia Seca del Forraje Hidropónico de Maíz (*Zea mays*). Respuesta Animal en Términos de Consumo y Ganancia de Peso. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVII, N° 4, pp. 372 - 379, 2007. Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela.
- Huerta BM. 2001. Requerimientos nutricionales de ovinos Pelibuey y de lana. II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mérida, Yucatán. pp:1-16.
- Juárez PL, Morales RH, Sandoval VM, Gómez DA, Cruz CE, Juárez RC, Aguirre OJ, Alejo SG, Ortiz CM. Producción de forraje verde hidropónico. Revista Fuente nueva época. Año 4, No. 13: pp:16-26
- Montgomery DC. 2004. Diseños y Análisis de Experimentos. Edit. Limusa. 2ª ed., Mex. 686 p.
- Morales, A. 1987. Forraje hidropónico y su utilización en la alimentación de corderos precozmente destetados. Tesis. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Chillán, Chile. 64 p.

- Pérez Lagos, N. 1987. Efecto de la Sustitución del Concentrado por Forraje Obtenido en Condiciones de Hidroponía en una Crianza Artificial de Terneros. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.
- SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT user's Guide. Versión 6. Fourth Edition. Vol. 1. Cary, NC. SAS Institute Inc. 943 p.
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto de Astrofísica. 1991. Anuario del observatorio astronómico nacional 1992. México, D.F. pp. 18-19.
- Vargas RC. 2008. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. *Agronomía Mesoamericana* 19(2): 233-240.

CONTENIDO DE MATERIA SECA Y PROTEÍNA CRUDA DE ARBUSTIVAS FORRAJERAS EN REGIONES SEMIÁRIDAS DE ZACATECAS DURANTE EL OTOÑO

DRY MATER AND CRUDE PROTEIN CONTENT OF FORAGE SHRUBS AT SEMIARID REGIONS
OF ZACATECAS STATE DURING FALL SEASON

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, Sánchez-Gutiérrez R. A.³, Espinoza-Canales A.¹

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas.

²Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-CIRNOC-CEZAC. Zacatecas. gtzbahector@hotmail.com

RESUMEN

Los agostaderos de las regiones semiáridas han sido afectados por el sobrepastoreo y la sequía recurrente. El mejor entendimiento bromatológico y nutricional de fuentes forrajeras presentes en los pastizales permitirá tomar mejores decisiones para implementar mejores estrategias de suplementación del ganado. El presente proyecto de investigación se realizó con el objetivo de evaluar la materia seca y la proteína cruda de arbustivas con potencial forrajero en el semiárido Zacatecano durante el otoño. Se muestrearon 20 arbustos por especie, las cuales incluyeron Chamizo (*Atriplex canescens*), engordacabra (*Dalea bicolor*) y mariola (*Parthenium incanum*). Durante el otoño, el chamizo tuvo menores niveles ($P<0.07$) de materia seca (78%) en comparación con engordacabra y mariola (86 y 91%, respectivamente). La PC fue mayor ($P<0.05$) en el chamizo y mariola (15.9 y 15.4%, respectivamente) en comparación con la engordacabra (11.4). Se concluye que al inicio de la época de estiaje los arbustos contienen la suficiente cantidad de proteína para satisfacer requerimientos nutricionales de los rumiantes para mantenimiento y moderadas tasas de ganancia.

Palabras clave: arbustivas, proteína, zonas semiáridas, rumiantes.

ABSTRACT

Rangelands at semiarid regions have been affected for both overgrazing and recurring drought. Better bromatologic and nutritional understanding of forages sources within rangelands will make better decisions to implement better nutritional supply strategies for cattle. Current research has the main aim of evaluate dry matter and crude protein content of brushes with roughage potential at the semiarid region during autumn. Twenty randomly samples per brush specie, including *Atriplex canescens*, *Dalea bicolor* and *Parthenium incanum*. During autumn, Atriplex had lower amounts of dry matter (78%), comparing with Dalea and Parthenium (86 and 91%, respectively). Crude protein was higher ($P<0.05$) at the Atriplex and Parthenium (15.9 and 15.4%, respectively) compared with Dalea (11.4%). It was concluded that during dry season brushes contained enough amount of protein to satisfied nutritional requirements for ruminants for maintenance and moderate gain rates.

Key words. Brushes, protein, semiarid regions, ruminants.

INTRODUCCIÓN

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. Hoy en día

los agostaderos se encuentran en un nivel de deterioro que es evidente no solo en diferentes grados de desertificación sino también en la baja productividad de la ganadería en nuestro estado (INEM, 1994). Sin embargo, no existe suficiente información que describa la composición bromatológica de las principales arbustivas forrajeras y que evalúen su posible valor nutricional para rumiantes mayores y menores, con la consecuente ausencia de información para poder dar una recomendación de uso a productores.

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, las arbustivas forrajeras (*Atriplex canescens*, *Dalea bicolor* y *Parthenium incanum*) son especies que tiene una fuerte resistencia a la sequia 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 (Romero-Paredes y Ramírez, 2003). El objetivo de este trabajo es evaluar la materia seca y proteína cruda de las arbustivas *Atriplex canescens*, *Dalea bicolor* y *Parthenium incanum* en regiones semiáridas de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

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 arbustivas con potencial forrajero, incluyendo Chamizo (*Atriplex canescens*), engordacabra (*Dalea bicolor*) y mariola (*Parthenium incanum*). Se recolectaron 20 muestras a mano por cada especie de arbustiva a las cuales se les determinó la materia seca y la proteína cruda. Después se realizó un análisis de varianza usando como prueba de poder Tukey para marcar diferencias entre las variables, mediante el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados son resumidos en el Cuadro 1. Durante la época de estiaje (otoño), es muy difícil satisfacer los requerimientos de materia seca y proteína del ganado. Las arbustivas poseen la capacidad de retener altos niveles de proteína (nitrógeno) y llegan a tener tasas de crecimiento que permiten llenar en parte los requerimientos de materia seca del ganado. Durante el presente muestreo, la Mariola presentó la mayor cantidad de materia seca, en comparación con el chamizo, siendo la engordacabra intermedia. Aún así, se requiere una gran densidad de población de las arbustivas para poder cumplir con tasas de consumo de los rumiantes de alrededor del 2.5% de su peso vivo.

Cuadro 1. Perfil bromatológico de arbustivas forrajeras durante el otoño en regiones semiáridas del estado de Zacatecas.

Variables	Chamizo	Engordacabra	Mariola	EEM	P
MS, %	77.7a	86.2ab	90.7b	5.1	0.0684
PC, %	15.9a	11.4b	15.4a	0.97	0.0001

Uno de los arbustos más estudiados es el chamizo (Loredo et al., 1993), donde valores de proteína cruda similares fueron reportados por otros autores (Ben Salem et al., 2010). Se ha reportado su uso por pequeños rumiantes, especialmente las cabras (Mellado et al., 2012). Animales acostumbrados a consumir chamizo tienden a tener mayores tasas de consumo que aquellos que no lo han consumido. Por lo que generar bancos de proteína en agostaderos usando ésta arbustiva parece ser una excelente forma de suplir requerimientos de proteína y materia seca en el ganado. Los valores reportados para Mariola y engordacabra son similares, aunque los autores no especifican en que época del año se tomó el muestreo y la medición. La proteína necesaria en los

forrajes para satisfacer los requerimientos nutricionales de mantenimiento de microorganismos ruminales se ha estimado en 7%, por lo que cualquiera de los arbustos nos garantizaría los requerimientos de mantenimiento de los rumiantes con moderadas tasas de ganancia.

CONCLUSIONES

Se concluye que al inicio de la época de estiaje los arbustos contienen la suficiente cantidad de proteína para satisfacer requerimientos nutricionales de los rumiantes para mantenimiento y moderadas tasas de ganancia.

LITERATURA CITADA

- Ben Salem H., Norman H. C., Nefzaoui A., Mayberry D. E., Pearce K. L., Revell D. K. (2010). Potential use of oldman saltbush in sheep and goat feeding. *Small Ruminant Research*. 13-28.
- 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.
- Mellado M., Rodríguez A., Lozano E. A., Duenez J., Aguilar C. N., Arévalo J. R. (2012). The food habits of goats on rangelands with different amounts of fourwing saltbush (*Atriplex canescens*) cover. *J. of Arid Environment*. 91-96.
- Romero-Paredes RJI, Ramírez LRG. 2003. *Atriplex canescens* (Pursh Nutt) como fuente de alimento para las zonas áridas. *Ciencia UANL*; VI(1):85-92.

EFFECTO DE LA YEMA DE HUEVO CLARIFICADA EN EL DILUYENTE DE CONGELACIÓN SOBRE LA CRIOPRESERVACIÓN DEL SEMEN DE OVINO PELIBUEY (*Ovis aries*).

EFFECT OF WHOLE OR CLARIFIED EGG YOLK IN EXTENDER SEMEN ON CRYOPRESERVATION OF PELIBUEY HAIR RAM (*Ovis aries*) SPERM.

Álvaro Domínguez Rebolledo^{1*}, Javier G Cantón Catillo¹, Gabriel Tulin Canul², Henry Loeza Concha², Alfonso Aguiar Loria², Alberto Alcaraz Romero¹, Julio Ramón Ugalde².

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Mocochoá. Km. 25 Antigua carretera Mérida-Motul. C.P. 97454. Mocochoá, Yucatán. ²Centro de Selección y Reproducción Ovina (CeSyRO)-Instituto Tecnológico de Conkal. Antigua Carretera Mérida-Motul km 16.3, C.P. 97345, Conkal, Yucatán. México.* alvaroedr@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de dos tipos de yema de huevo (entera, YHE y clarificada, YHC (preparada por centrifugación a 10, 000 x g durante 20 minutos) en un diluyente comercial (Triladyl®) sobre la criopreservación del semen de ovino de pelo Pelibuey. Los eyaculados se obtuvieron de 5 ovinos Pelibuey, se hizo un pool, se dividieron en dos partes y se diluyeron con Triladyl® + 20% YHE y YHC, respectivamente a una concentración final de 400 x 10⁶ spz./ml. Las muestras se congelaron en pajuelas de 0.25 ml y se almacenaron en LN₂. La motilidad espermática se analizó con el sistema CASA, la viabilidad (VIAB) con Sybr-14/PI, el estado del acrosoma (NAR) con FITC-PSA y la integridad de la membrana plasmática en la cola (IMPC) con el test de HOS. Las muestras fueron analizadas inmediatamente después de la descongelación a 37 °C. Los resultados se analizaron mediante un ANOVA. YHC tuvo los porcentajes más altos (P<0.05) de espermatozoides viables (62% ± 2.3), NAR (54% ± 2.8) y MP (30% ± 0.2) respecto a YHE (47% ± 2.3; 46 ± 2.8 y 25% ± 0.2, respectivamente. La MT y la IMPC no tuvieron diferencias significativas entre YHE y YHC. Los resultados mostraron que la yema clarificada es más adecuada para cryopreservar semen de ovino Pelibuey que la yema de huevo entera.

Palabras clave: Yema de huevo, criopreservación, espermatozoides, ovino de pelo.

INTRODUCCIÓN

La yema de huevo de gallina es un componente común para la preservación del semen en la mayoría de las especies (Cabrera *et al.*, 2005; Kulaksiz *et al.*, 2010). Sin embargo, se ha demostrado que la yema de huevo entera (sin centrifugar) puede contener partículas que son perjudiciales para los espermatozoides (Lockyear *et al.*, 2009). De este modo, se ha demostrado en muestras espermáticas descongeladas de bovino (Pace y Graham, 1974) y ovino (Watson y Martin, 1975), que la motilidad espermática disminuye cuando se añade la yema de huevo entera en el diluyente de congelación. Por otro lado, otras investigaciones han demostrado que cuando se centrifuga la yema de huevo (clarificada) y el medio queda sin partículas, disminuyen significativamente la proporción de espermatozoides con acrosoma intacto antes y después de la congelación (Watson y Martin, 1973; Aboagla y Terada, 2004; Fernández-Santos *et al.*, 2006), debido presumiblemente a la eliminación de las lipoproteínas que afectan a los espermatozoides (Molina *et al.*, 1994). Sin embargo, en ovinos de pelo, en especial la raza Pelibuey, no se sabe si la yema de huevo clarificada podría ejercer los mismos efectos negativos o positivos que se han observado en otras especies. Por ello, en el presente trabajo se planteó evaluar el efecto de la yema de huevo entera o clarificada en un diluyente comercial (Triladyl®) de congelación sobre la criopreservación de espermatozoides de ovino de pelo de la raza Pelibuey. En el presente estudio

se estableció el objetivo de evaluar el efecto de dos tipos de yema de huevo (entera y clarificada) en un diluyente comercial sobre la criopreservación de los espermatozoides de ovino de pelo Pelibuey.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Biotecnología Reproductiva del Centro de Selección y Reproducción Ovina (CeSyRO) del Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, localizado en la región centro norte del estado comprendido entre los paralelos 21° 02' y 21° 08' latitud norte y los meridianos 89° 29' y 89° 35' longitud oeste; posee una altura promedio de 8 metros sobre el nivel del mar el clima cálido subhúmedo con lluvias regulares en verano (mayo - julio). Tiene una temperatura media anual de 26.6° C y precipitación pluvial media anual de 469 milímetros y una humedad relativa promedio anual: marzo 66%- diciembre 89% (Gobierno del Estado de Yucatán, 1988).

Se utilizaron 5 sementales de la raza Pelibuey de 3,5 años de edad, a los que se les obtuvo 10 eyaculados mediante vagina artificial. Dichos eyaculados se mezclaron haciendo un pool, se dividieron en 2 alícuotas y se diluyeron en Triladyl® (Minitube) + 20% de yema de huevo entera (YHE) o clarificada (YHC), la cual se centrifugó a 10,000 x g/20 min. utilizando solamente el sobrenadante, el pellet se desechó. La dilución se realizó a temperatura ambiente y en tubos de 15 ml a una concentración de 400 x 10⁶ espermatozoides/ml. Tras un reposo de 3 h a 5 °C, el semen fue envasado en pajuelas de 0.25 ml con una concentración de 400 x 10⁶ spz./ml. Después, las pajuelas fueron congeladas en vapores de nitrógeno líquido (NL₂) a 4 cm sobre la superficie del LN₂ por 10 min y luego sumergidas en LN₂ hasta su evaluación.

Las muestras fueron evaluadas a la descongelación a 37 °C. Los parámetros evaluados fueron los siguientes: La motilidad total (MT) y progresiva (MP) mediante el sistema computarizado CASA (ISAS, Proiser; Valencia, Spain), la integridad de la membrana (IM) con los fluorocromos Sybr-14/PI (Invitrogen), el estado del acrosoma (NAR) con el fluorocromo FITC-PSA (Sigma) y la integridad de la membrana de la cola con el test de HOS (IPMC). Los acrosomas y la integridad de la membrana de la cola fueron observados mediante un microcopio de contraste de fases, los fluorocromos con microscopio de fluorescencia Olympus CX31 (Japón) y la motilidad con un microscopio de contraste de fases UOB UB203i (China) que contiene una cámara de video digital Basler (Vision-Technology, Alemania), modelo que graba los movimientos de los espermatozoides y los procesa el software ISAS. Los resultados se analizaron por medio de un ANOVA con el paquete estadístico SPSS 17 (SPSS Inc., Chicago, IL).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados quedan reflejados en la figura 1. No se observaron diferencias significativas para la motilidad total y la integridad de la membrana de la cola para los dos tipos de diluyentes, YHE y YHC.

Sin embargo, los porcentajes de espermatozoides viables, la motilidad progresiva y la integridad de los acrosomas fueron mayores cuando se utilizó la yema de huevo clarificada (62% ± 2.3), 54% ± 2.8 y 30% ± 0.2, respectivamente) que la yema de huevo entera (47% ± 2.3; 46 ± 2.8 y 25% ± 0.2, respectivamente). Los resultados encontrados en cuanto a la viabilidad coinciden con los descritos por Watson y Martin. (1973) en semen de ovino merino, mientras que difieren en los resultados del estado del acrosoma al observar una mayor protección en los acrosomas del ovino Pelibuey cuando se utiliza la YHC en la congelación de las muestras espermáticas. Así, se ha demostrado en otros trabajos que la yema de huevo clarificada proporciona una mayor protección en los acrosomas de los espermatozoides de ciervo rojo (Fernández-Santos *et al.*, 2006) y cabra (Aboagla y Terada, 2004) cuando se someten a los procesos de congelación y descongelación. En

cuanto a la motilidad y la integridad de la membrana de la cola, los resultados coinciden a los descritos por (Fernández-Santos *et al.*, 2006) y Aboagla y Terada, 2004) en ciervo y cabras, respectivamente, donde no encontraron diferencias significativas.

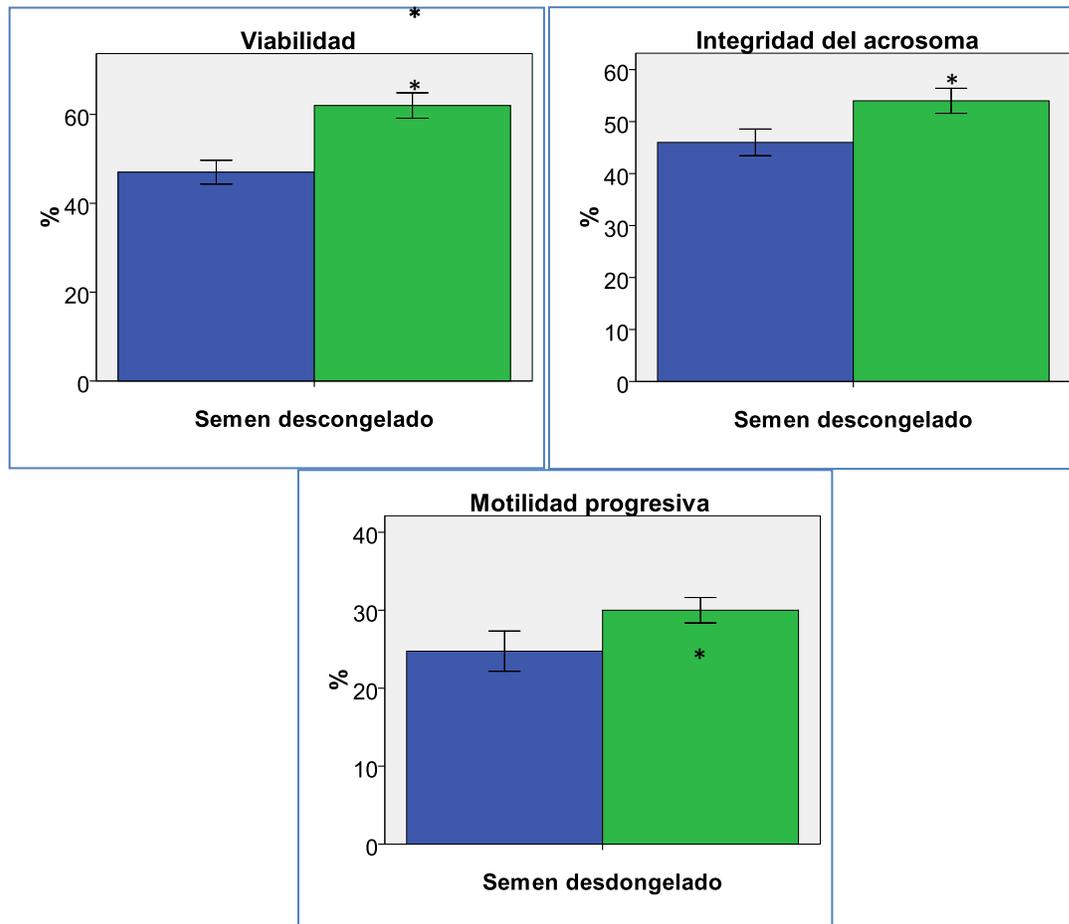


Figura 1. Las barras muestran los efectos de los diluyentes con YHE  y YHC , para la viabilidad (VIAB), la integridad del acrosoma (NAR) y la motilidad progresiva (MP). Las diferencias significativas entre los diluyentes están indicadas (*).

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo mostraron que la yema de huevo clarificada puede utilizarse potencialmente para reemplazar la yema de huevo entera y criopreservar el semen de ovino Pelibuey en nitrógeno líquido.

LITERATURA CITADA

Aboagla EM-E, Terada T. Effects of egg yolk during the freezing step of cryopreservation on the viability of goat spermatozoa. *Theriogenology* 2004; 62:1160-72.

- Cabrera F, González F, Batista M, Calero P, Medrano A, Gracia A. The effect of removal of seminal plasma, egg yolk level and season on sperm freezability of canary buck (*Capra hircus*) *Reprod Domest Anim* 2005;40:191-195.
- Fernández-Santos MR, Esteso MC, Soler AJ, Montoro V, Garde JJ. Effects of egg yolk and cooling rate on the survival of refrigerated red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) epididymal spermatozoa. *Reprod Domest Anim* 2006;41:114-118.
- Gobierno del Estado de Yucatán. 1988. Los municipios de Yucatán, México 1988. pp 75-78.
- Kulaksiz R, Cebi C, Akçay E, Daskin A. The protective effect of egg yolk from different avian species during cryopreservation of Karayaka ram semen. *Small Rum Res* 2010;88:12-15.
- Lockyear KM, Goodrowe KL, Waddell WT, MacDonald SE. Comparison of different osmolalities and egg-yolk composition in processing media for the cryopreservation of red wolf (*Canis rufus*) spermatozoa. *Theriogenology* 2009;71:469-479.
- Molinia FC, Evans G, Maxwell WMC. In vitro evaluation of zwitterion buffers in diluents for freezing ram spermatozoa. *Reprod Nutr Dev* 1994;34:491-500.
- Pace MM, Graham EF. Components in egg yolk which protect bovine spermatozoa during freezing *J Anim Sci* 1974;39:1144-99.
- Watson PF, Martin IC. The response of ram spermatozoa to preparations of egg yolk in semen diluents during storage at 5 or -196°C. *Aus J Biol Sci* 1973; 26:927-935.
- Watson PF, Martin IC. The influence of some fractions of egg yolk on the survival of ram spermatozoa at 5 degrees C. *Aust J Biol Sci* 1975;28:145-152.

53. DEGRADABILIDAD *in situ* Y CONTENIDO DE ENERGÍA DE CINCO ESPECIES DE PASTO *Tripsacum*

In situ DEGRADABILITY AND ENERGY CONTENT OF FIVE SPECIES OF *Tripsacum*

José Francisco Villanueva Avalos^{*1}, José de Jesús Bustamante Guerrero¹, Filiberto Herrera Cedano¹ y Luis Antonio Rodríguez Murillo²

¹Campo Experimental Santiago Ixcuintla - INIFAP – ²Universidad Tecnológica de la Costa - SEP. INIFAP - Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Km. 6 Entronque Carret. Internacional México-Nogales. Apdo. Postal 100. Santiago Ixcuintla, Nayarit C.P. 63300.

villanueva.francisco@inifap.gob.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la degradabilidad ruminal (DR) de la materia seca (MS) y estimar el contenido de energía del pasto *Tripsacum* spp., se condujo un estudio con dos novillos canulados de rumen. Los tratamientos (T) consistieron en cinco especies de pasto *Tripsacum* cosechados en dos épocas del año, donde: T₁: *T. dactyloides*-lluvia; T₂: *T. dactyloides*-secas; T₃: *T. maizar*-lluvia, T₄: *T. maizar*-secas, T₅: *T. lanceolatum*-lluvia, T₆: *T. lanceolatum*-secas, T₇: *T. floridanum*-lluvia, T₈: *T. floridanum*-secas, T₉: *T. laxum*-lluvia y T₁₀: *T. laxum*-secas. Las muestras se incubaron a las 0, 12, 24, 48 y 72 horas. Las variables evaluadas fueron: estimación de las fracciones *a*, *b*, *c*, *a+b*, tasa de digestión (TD, %), degradabilidad efectiva (DE, %), degradabilidad potencial (DP, %), tiempo lag (horas) y contenido de NDT (%), EM, EN_m, EN_g y EN_{lac} (Mcal kg⁻¹ MS). Se realizaron análisis de varianza y pruebas SNK. Los resultados muestran que la fracción *a* fue mayor (P<0.001) en T₈ (8.5%) y T₁₀ (8.3%). T₃ (80-85%), T₆ (80-88%), T₇ (80-84%), T₈ (77-86%), T₉ (79-84%) y T₁₀ (78-87%) mostraron una fracción *b* y una DP, respectivamente, diferente (P<0.001) al resto de los T. La fracción *c* fue mayor (P<0.001) en T₁ (34%), T₂ (30%), T₄ (39%) y T₅ (39%). T₈ mostró la mayor (P<0.001) DE con 33%. La TD fue más rápida (P<0.001) en T₅ (2.7%/h) y el tiempo lag fue más largo (P<0.001) en T₃ (2.5h) y T₈(2h). NDT y las fracciones energéticas (EM, EN_m, EN_g y EN_{lac}) fueron mayores (P<0.001) en T₃ (58.1%; 2.09, 1.24, 0.67 y 1.22 Mcal kg⁻¹ MS, respectivamente) y T₈ (58%; 2.09, 1.23, 0.67 y 1.22 Mcal kg⁻¹ MS, respectivamente). En conclusión: las especies de pasto *Tripsacum maizar*-lluvia y *Tripsacum floridanum*-secas mostraron características nutricionales sobresalientes de importancia para la selección de fuentes forrajeras alternativas para los sistemas de producción animal en áreas tropicales.

Palabras Clave: Forraje, *Tripsacum*, Degradabilidad, Energía.

ABSTRACT

In order to evaluate the ruminal degradability (DR) of dry matter (DM) and to estimate the energy content of the *Tripsacum* grass, an *in situ* degradability study was carried out with two rumen cannulated steers. The treatments (T) consisted of five *Tripsacum* grass species harvested in two seasons, where: T₁: *T. dactyloides*-rain, T₂: *T. dactyloides*-dry; T₃: *T. maizar*-rain, T₄: *T. maizar*-dry, T₅: *T. lanceolatum*-rain, T₆: *T. lanceolatum*-dried, T₇: *T. floridanum*-rain, T₈: *T. floridanum*-dry, T₉: *T. laxum*-rain, and T₁₀: *T. laxum*-dried. Forage samples incubation was carried according to the nylon bag technique at 0, 12, 24, 48, and 72 hours. The evaluated variables were: the estimation of the fractions *a*, *b*, *c*, *a + b*, digestion rate (DR,%), effective degradability (ED,%), potential degradability (PD,%), lag time (hours), and TND content (%), ME, NE_m, NE_g, and NE_{lac} (Mcal kg⁻¹ MS). The analysis of variance and SNK tests were conducted. The results showed a fraction *a* greater (P <0.001) in T₈ (8.5%), and T₁₀ (8.3%). T₃ (80-85%), T₆ (80-88%), T₇ (80-84%), T₈ (77-86%), T₉ (79-84%), and T₁₀ (78-87%) showed a *b* and DP fractions, respectively, different (P <0.001) than the other treatments. *c* fraction was higher (P<0.001) in T₁ (34%), T₂ (30%), T₄ (39%), and T₅ (39%). T₈

showed the greatest ($P < 0.001$) DE with 33%. The DR was faster ($P < 0.001$) in T_5 (2.7%/h) and the lag time was longer ($P < 0.001$) in T_3 (2.5h) and T_8 (2h). TND and energy content were higher ($P < 0.001$) in T_3 (58.1%; 2.09, 1.24, 0.67, and 1.22 Mcal kg^{-1} DM, respectively) and T_8 (58%; 2.09, 1.23, 0.67, and 1.22 Mcal kg^{-1} MS, respectively). In conclusion: *Tripsacum maizar*-rain and *Tripsacum floridanum*-dry showed outstanding nutritional characteristics of importance to select alternative forage sources for animal production systems in tropical areas.

Key Words: Forage, *Tripsacum*, Degradability, Energy.

INTRODUCCIÓN

Tripsacum spp. es un género monoico exclusivo del Nuevo Mundo (González y Vera, 2012), comúnmente conocido como Maicillo o pasto Guatemala; es considerado un género hermano del género *Zea* y junto con el Teocintle *Zea mays* ssp. *parviglumis*, han sido históricamente vinculadas al maíz (Vidal *et al.*, 2010). El género incluye cerca de 20 taxas distribuidas desde los Estados Unidos de Norteamérica hasta Paraguay (de Wet *et al.*, 1983), 12 de las cuales se concentran en Guatemala y México, considerados los centros de origen de la diversidad genética del género (Zuloaga *et al.*, 2003). En México, *Tripsacum* spp. ocupa un amplio rango de distribución y adaptación y a excepción de Baja California, Yucatán y Quintana Roo, ha sido reportado en todas las entidades federativas, donde prácticamente se encuentra toda la variación del género y varias especies endémicas del territorio (González, 2007).

En México, el uso de especímenes de *Tripsacum* representa una alternativa viable para incrementar la producción animal a menor costo; sin embargo, en la mayoría de los casos se desconoce su productividad forrajera, así como sus características nutricionales, por lo cual es necesario enfocar esfuerzos y recursos para determinar su potencial alimenticio para los animales en pastoreo. Así, el conocimiento de la digestibilidad de los alimentos es básico para establecer su valor nutritivo y, por tanto, para la formulación de raciones para rumiantes (Weiss *et al.*, 1992; Bochi-Brum *et al.*, 1999), para lo cual, la técnica de degradabilidad ruminal predice y establece el consumo y el potencial nutricional de una especie forrajera (Thuah *et al.*, 1996). En base a lo anterior, se llevó a cabo el presente estudio con el objetivo de determinar la degradabilidad ruminal (DR) de la materia seca (MS) y calcular el contenido de energía de cinco especies de *Tripsacum* spp. cosechado en dos épocas del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el S. E. "El Verdineño" – INIFAP en la parte central de Nayarit, a una altitud promedio de 40 msnm; el clima es tropical subhúmedo Aw_2 , con una precipitación de 1,201 mm y una temperatura media anual de 24° C; la época de secas fluctúa de siete a ocho meses al año (SEMAN, 2007). Los tratamientos (T) consistieron en cinco especies de *Tripsacum* cosechados en dos épocas del año, donde: T_1 : *T. dactyloides*-lluvia; T_2 : *T. dactyloides*-secas; T_3 : *T. maizar*-lluvia, T_4 : *T. maizar*-secas, T_5 : *T. lanceolatum*-lluvia, T_6 : *T. lanceolatum*-secas, T_7 : *T. floridanum*-lluvia, T_8 : *T. floridanum*-secas, T_9 : *T. laxum*-lluvia y T_{10} : *T. laxum*-secas. El manejo e incubación de muestras se llevó de acuerdo a la técnica de la bolsa de nylon (Ørskov *et al.*, 1980). Para esto, se molieron alícuotas de forraje en un molino Wiley® usando una criba de 2 mm. Las muestras (2 g/bolsa) fueron incubadas por cuadruplicado (dos muestras/animal/tratamiento) a las 72, 48, 24, 12, y 0 (bolsa sumergida en agua a 39° C durante 5 minutos) horas. La degradabilidad ruminal de la materia seca fue obtenida por diferencia de peso (g) mediante la fórmula: Degradabilidad *in situ*, % = [(peso inicial – peso final)/(peso inicial)]x100. La desaparición de materia seca (%) de las bolsas fueron ajustados para estimar la tasa y extensión de la digestión dentro del rumen, usando la ecuación: $P = a + b(1 - e^{-ct})$ propuesta por Ørskov *et al.* (1980), cuyos estimadores se calcularon mediante el programa Neway-Excell® (Rowett Research Institute, 2005).

El contenido de energía metabolizable (EM) se cuantificó a partir de la digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) de los T incubados a las 48h (Bhargava y Ørskov, 1987) mediante la ecuación: $EM, (MJkg^{-1}) = 2.27563 + 0.1073 \times DMS_{48h}$, de la cual se estimó el contenido de nutrientes digestibles totales (% NDT), así como la energía neta de mantenimiento (EN_m), ganancia (EN_g) y lactancia (EN_{lac}) ($Mcal kg^{-1} MS$, NRC, 1996). Las variables evaluadas fueron: las fracciones a , b , c , $a+b$, tasa de digestión (TD, %), degradabilidad efectiva (DE, %), degradabilidad potencial (DP, %), tiempo lag (h) y contenido energético [NDT (%), EM, EN_m , EN_g y EN_{lac} ($Mcal kg^{-1} MS$)]. El análisis de la información fue mediante un diseño completamente al azar para los indicadores de la degradabilidad, un diseño de parcelas divididas para digestibilidad *in situ* y separación de medias mediante la prueba de SNK (Steel y Torrie, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los indicadores de la degradabilidad ruminal de la materia seca, se presentan en el Cuadro 1. La fracción a fue mayor ($P < 0.001$) en T_8 (8.5%) y T_{10} (8.3%). Los tratamientos T_3 (80-85%), T_6 (80-88%), T_7 (80-84%), T_8 (77-86%), T_9 (79-84%) y T_{10} (78-87%) mostraron una fracción b y una DP, respectivamente, diferentes ($P < 0.001$) al resto de los tratamientos. La fracción c fue mayor ($P < 0.001$) en T_1 (34%), T_2 (30%), T_4 (39%) y T_5 (39%). T_8 (33%) mostró la mayor ($P < 0.001$) DE. La TD fue más rápida ($P < 0.001$) en T_5 (2.7%/h) y el tiempo lag fue más largo ($P < 0.001$) en T_3 (2.5h) y T_8 (2h). En el Cuadro 2 se muestra la concentración de NDT y contenido energético de los tratamientos, en base a la degradabilidad ruminal registrada a las 48 horas de incubación. El contenido de TND fue mayor ($P < 0.001$) en T_3 y T_8 (58.1 y 58%, respectivamente), mientras que el contenido de EM, EN_m , EN_g y EN_{lac} fue mayor ($P < 0.001$) en T_3 (2.09, 1.24, 0.67 y 1.22 $Mcal kg^{-1} MS$, respectivamente) y T_8 (2.09, 1.23, 0.67 y 1.22 $Mcal kg^{-1} MS$, respectivamente).

Cuadro 1. Indicadores de degradabilidad ruminal de cinco especies de *Tripsacum* spp.

Tratamiento	Fracción a, %	Fracción b, %	Fracción c, %	Deg. Potencial (a+b), %	Deg. Efectiva, % (5%/h)	Td %/hora	Tiempo lag (horas)
T1	6.1 ^{bc1}	59.5 ^b	34.3 ^a	65.6 ^b	22.0 ^{ef}	0.018 ^{bdc}	1.98 ^{cd}
T2	5.2 ^{bcd}	64.3 ^b	30.4 ^a	69.5 ^b	21.0 ^{ef}	0.016 ^{dc}	1.96 ^{cd}
T3	4.8 ^{cd}	80.3 ^a	14.8 ^b	85.1 ^a	31.0 ^b	0.024 ^{ba}	2.55 ^a
T4	5.7 ^{bcd}	55.2 ^b	39.1 ^a	60.8 ^b	20.2 ^f	0.017 ^{bdc}	1.88 ^d
T5	5.4 ^{bcd}	55.0 ^b	39.5 ^a	60.4 ^b	24.4 ^d	0.027 ^a	2.11 ^{cb}
T6	7.1 ^{ba}	80.7 ^a	12.1 ^b	87.8 ^a	26.8 ^c	0.017 ^{dc}	2.21 ^b
T7	3.7 ^d	80.8 ^a	15.4 ^b	84.5 ^a	19.8 ^f	0.012 ^d	1.91 ^d
T8	8.5 ^a	77.3 ^a	13.5 ^b	86.4 ^a	32.9 ^a	0.022 ^{bac}	2.55 ^a
T9	5.0 ^{bcd}	79.4 ^a	15.5 ^b	84.5 ^a	23.0 ^{ed}	0.014 ^{dc}	2.09 ^{cb}
T10	8.3 ^a	78.4 ^a	13.2 ^b	86.7 ^a	21.7 ^{ef}	0.010 ^d	1.90 ^d
EEM	0.15	1.32	1.34	1.34	0.22	0.0007	0.015

¹ Para cada variable cifras con distinta literal dentro de columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.001$). ² Degradabilidad ajustada según la ecuación propuesta por Ørskov *et al.* (1980): $P = a + b(1 - e^{-ct})$, modificada con la inclusión de un tiempo "lag" $*(t_0 = 1/c \ln [b/(a+b-a)])$ en la digestión, según Mc Donald, (1981). a: fracción soluble. b: fracción potencialmente digestible. c: fracción indisponible. Td: tasa de digestión de b. Tiempo lag = tiempo de retraso de la digestión. EEM: error estándar de la media.

En la Figura 1 se muestran los valores y tendencias de la degradabilidad ruminal de la fracción de materia seca observados a lo largo de 72 horas de incubación. T_8 y T_{10} mostraron una degradabilidad superior ($P < 0.001$) al resto de los tratamientos. El valor promedio a la hora cero fue de $8.1 \pm 1.6\%$. A las 12 horas de incubación el pasto *T. floridanum* secas (T_8) tuvo una degradación de aproximadamente 24% la cual fue diferente ($P < 0.001$) del resto de los tratamientos, mientras que a las 24 horas la variedad *T. dactyloides* de lluvias y secas mostraron los mayores ($P < 0.001$)

valores de degradabilidad con 42 y 45%, respectivamente. La mayor ($P < 0.001$) degradabilidad fue observada a las 48 y 72 horas con 69.8 y 68.9% para T_3 y T_8 , respectivamente.

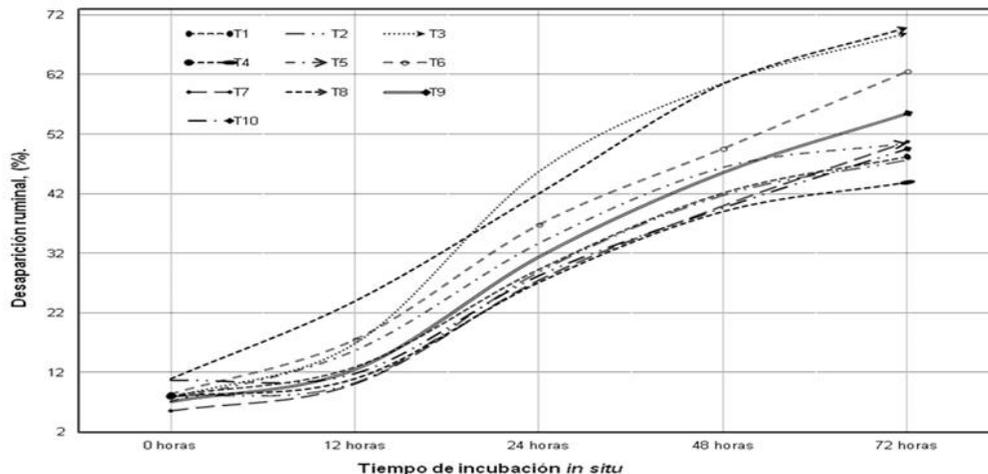
CONCLUSIONES

Las especies de pasto *Tripsacum maizar*-lluvia y *Tripsacum floridanum*-secas mostraron características nutricionales sobresalientes (mejor degradabilidad ruminal y mejor concentración de energía) de importancia para la selección de fuentes forrajeras alternativas para los sistemas de producción animal en áreas tropicales.

Cuadro 2. Contenido de energía de cinco especies de *Tripsacum*.

Tratamientos	TND, %	EM, (Mcal/kg)	ENm, (Mcal/kg)	ENg, (Mcal/kg)	ENI, (Mcal/kg)
T1	44.8 ^{cd}	1.61 ^{cd}	0.77 ^{cd}	0.24 ^{cd}	0.91 ^{cd}
T2	44.9 ^{cd}	1.62 ^{cd}	0.78 ^{cd}	0.24 ^{cd}	0.91 ^{cd}
T3	58.1 ^a	2.09 ^a	1.24 ^a	0.67 ^a	1.22 ^a
T4	42.8 ^d	1.54 ^d	0.70 ^d	0.17 ^d	0.86 ^d
T5	48.0 ^{cb}	1.73 ^{cb}	0.89 ^{cb}	0.35 ^{cb}	0.98 ^{cb}
T6	50.2 ^b	1.81 ^b	0.97 ^b	0.42 ^b	1.03 ^b
T7	43.5 ^d	1.57 ^d	0.73 ^d	0.19 ^d	0.87 ^d
T8	58.0 ^a	2.09 ^a	1.23 ^a	0.67 ^a	1.22 ^a
T9	47.4 ^{cb}	1.71 ^{cb}	0.87 ^{cb}	0.33 ^{cb}	0.97 ^{cb}
T10	43.2 ^d	1.56 ^c	0.72 ^d	0.18 ^d	0.87 ^d
EEM	0.29	0.010	0.010	0.009	0.006

¹ Para cada variable cifras con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P < 0.001$). ² Valores calculados a partir de ecuaciones sugeridas por Bhargava and Ørskov (1987) y NRC (1996). TDN: Total de nutrientes digestibles, EM: Energía metabolizable, ENm: Energía neta de mantenimiento. ENg: Energía neta de ganancia, ENI: Energía neta de lactación. EEM: error estándar de la media.



LITERATURA CITADA

- Bhargava PK and Ørskov ER. (1987). Manual for the use of Nylon Bag Technique in the Evaluation of Feedstuffs. Rowett Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK.
- Bochi-Brum, O, Carro MD, Valdé C, González JS y López S. (1999). Digestibilidad *in vitro* de forrajes y concentrados: Efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal. Arch. Zootec. 48: 51-61.
- De Wet, JMJ, Brink DE, and Cohen CE. (1983). Systematics of *Tripsacum* section Fasciculata (Gramineae). Amer. J. Bot. 70 (8): 1139-1146.
- González, LM. (2007). Diversidad y distribución del género *Tripsacum* (Poaceae: Tripsacinae) en México. Proyecto CONABIO, 16 p.
- González, LM y Vera CP. (2012). Diversidad y distribución del género *Tripsacum* (Poaceae: Tripsacinae) en México. Univ. Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. FZ011. México, D.F.
- National Research Council. (1996). Nutrient requirements of beef cattle. 7th Ed. Washington, DC, USA: National Academy Press. U.S.A.
- Ørskov ER, DeB Hovell FD y Mould F. (1980). Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. Producción Animal Tropical. 5:213-233.
- Sistema Estatal de Monitoreo Agroclimático Nayarit (SEMAN). (2007). Estación Meteorológica: El Verdineño-INIFAP.
- Steel RGD y Torrie JH. (1988). Principios y procedimientos de bioestadística. Mc Graw-Hill. Ed. Interamericana. México, D. F.
- The Rowett Research Institute. Aberdeen. (2005). England. Disponible en: <http://www.rowett.ac.uk/>, mayo de 2012.
- Tuah AK, Okai DB and Ørskov ER. (1996). *In sacco* dry matter degradability and *in vitro* gas production characteristics of some Ghanaian feeds. Livestock Research for Rural Development. 8 (1) 1.
- Vidal, MV, Herrera CF, Coutiño EB, Sánchez GJ, Ron PJ, Ortega CA y Guerrero HJ. (2010). Identificación y localización de una nueva especie de *Tripsacum* spp. en Nayarit, México. Rev. Fitotecnia (Núm. Especial 4): pp 27-30.
- Weiss WP, Conrad HR, and Pierre NR. (1992). A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient value of forages and concentrates. Animal Feed Science and Technology. 39: 95-110.
- Zuloaga FO, Morrone O, Davidse G, Filgueiras TS, Peterson PM, Soreng RJ, and Judziewicz E (2003). Catalogue of New World Grasses (Poaceae): II Subfamilies Panicoideae, Aristidoideae, Arundinoideae, and Danthonioideae. Smithsonian Inst., Washington, D C.

SAIA, VARIEDAD DE AVENA QUE INCREMENTA EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA POR HECTÁREA EN ZACATECAS

Ricardo A. Sánchez Gutiérrez¹, Ramón Gutiérrez Luna¹ y Héctor Gutiérrez Bañuelos²

¹ Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, 98500 Calera de V.R. Zacatecas. ² Universidad Autónoma de Zacatecas, Facultad de Medicina Veterinaria.
sanchez.ricardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo fue evaluar producción y calidad del forraje, así como los componentes de rendimiento de seis variedades de avena en Zacatecas. El experimento se sembró en julio 2012 en Monte Escobedo. El diseño fue bloques aleatorizados con tres repeticiones, la densidad de siembra fue 120 kg ha⁻¹ y dosis de fertilización de 60-40-00 de NPK, respectivamente. La cosecha fue en estado fisiológico de lechoso-masoso. Las variables a medir fueron, forraje seco (FS), altura de planta (AP), días de siembra a cosecha (DSC), proteína cruda (PC), materia orgánica (MO), fibra detergente neutro y ácida (FDN y FDA), de los componentes del rendimiento: porcentaje de hoja (%Hj), tallo (%TLL) y espiga (ESP). Saia sobresalió (P<0.05) de los otros cultivares en FS (5.6 ton ha⁻¹), AP (120 cm), y en los componentes de rendimiento acumuló el más alto contenido de %HJ, %TLL y el menor %ESP. Karma sobresalió en %ESP con 49% (P<0.05). En proteína cruda los resultados fueron similares (P>0.05) entre ellas, se observaron rangos de 11.5 a 13.8%, en fibras Karma presentó las menores acumulaciones (P<0.05) en FDN 51% y FDA 35.3%. En el análisis de correlación, las variables asociadas de manera positiva con FS fueron AP, DSC y %TLL y negativamente %ESP. Las variedades presentaron porcentajes de proteína cruda similares, en fibras Karma fue inferior a las demás. Para FS Saia es una buena alternativa para incrementar la materia seca por hectárea

Palabras clave: *Avena sativa*, rendimiento de materia seca, calidad nutritiva, componentes del rendimiento.

INTRODUCCIÓN

En México, la avena forrajera es el tercer cultivo de importancia económica. En el año 2011 la superficie sembrada fue mayor a 830 mil ha y más del 98% se sembró en condiciones de temporal (SIAP, 2011). La producción de este cultivo en México está muy influenciada por la interacción genotipo-ambiente, en los Valles Altos se han encontrado diferencias en materia seca de hasta 10 ton ha⁻¹ entre regiones y de 1.7 a 3.7 ton ha⁻¹ entre variedades (Espitia *et al.* 2012). En Zacatecas en los últimos 10 años la superficie dedicada a la siembra de avena aumentó de 96 mil hasta 180 mil has (SIAP, 2011). Este cultivo es una alternativa para las siembras tardías cuando ya no se recomienda el establecimiento de maíz y/o frijol. Medina y colaboradores (2001) reportan que en el estado hay 470 mil has con potencial para cultivar avena bajo condiciones de temporal, sin embargo, actualmente se desconocen las variedades y las características forrajeras que puedan ser una alternativa para incrementar la productividad pecuaria en estas áreas potenciales. El objetivo del estudio fue determinar producción de materia seca, calidad bromatológica del forraje así como los componentes de rendimiento de seis variedades de avena en condiciones de temporal en Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en condiciones de temporal durante el año 2012, en un rancho del municipio de Monte Escobedo, Zacatecas, situado al suroeste del estado en las coordenadas geográficas 103°31' Longitud Oeste y 22°14' Latitud Norte, la altura sobre el nivel del mar es de

2190 m. En el año de evaluación la precipitación estuvo debajo de la media histórica únicamente, se acumuló el 71.1% (437mm) del promedio. En la Figura 1 se presenta la distribución mensual de la precipitación acumulada. La siembra se realizó manualmente a tierra venida. Las variedades que se utilizaron fueron, Karma, Agata, Obsidiana, Turquesa y Saia, la variedad testigo fue Chihuahua, por ser la más conocida en la región. La densidad de siembra fue de 120 kg ha⁻¹. La fecha de siembra fue el 27 de julio del 2012. La fertilización química, la cual se aplicó al momento de la siembra fue de 60 kg de N a través de urea y 40 kg de P₂O₅ mediante el producto comercial 18-46-00. El diseño experimental fue bloques aleatorizados con tres repeticiones. La unidad experimental fue de siete surcos de 0.29 m de ancho por 6.0 m de largo, en la parcela útil se utilizaron los cinco surcos centrales con 5.0 m de largo; el área total fue de 7.25m². La cosecha de las plantas se realizó manualmente entre el estado fenológico de lechoso a masoso. De una muestra tomada al azar de cada parcela se separaron las partes vegetativas de la planta: tallo, hoja y espiga, enseguida se secaron por separado en la estufa (a 60°C) hasta que llegaron a peso constante; para calcular el porcentaje de tallo, hoja y espiga, cada una se dividió con el peso total de la biomasa. Las variables a medir fueron: rendimiento de forraje seco (FS), altura de planta (AP), días de siembra a cosecha (DSC), porcentaje del peso de hoja (%HJ), de tallo (%T) y espiga (%E). Las muestras de forraje con las que se determinaron los porcentajes de materia seca fueron procesadas en un molino Willy con criba de un milímetro. A todas las muestras se les determinó el porcentaje de proteína cruda (PC) mediante el método de Dumas utilizando el equipo LECO. El contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente acida (FDA) se determinaron con la técnica de detergentes de Van Soest con el equipo ANKOM. Mediante el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002) se separaron las medias de los tratamientos usando la diferencia mínima significativa (DMS) al P_≤0.05. También se realizó un análisis de correlación entre las variables, eligiendo aquellas que fueron significativas al 5%.

Figura 1- Precipitación acumulada (mm) durante el ciclo agrícola 2012 y promedio histórico en Monte Escobedo, Zacatecas.

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	TOTAL
2012	49	174	96	93	25	437
Historico	108	179	168	109	42	606

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables agronómicas y bromatológicas de cada cultivar evaluadas durante el año 2012 se muestran en el Cuadro 1. En las variables de AP y FS se encontraron diferencias, Saia fue la que presentó los valores más altos (P<0.05) superando al testigo, cuyo resultado fue similar a las demás (P>0.05) y en los DSC Saia presentó un ciclo más tardío. En las variables bromatológicas observaron rangos de 115 a 138 g/kg de PC, no se encontraron diferencias estadísticas. En la MO las variedades fueron similares (P>0.05), la acumulación fue de 896 a 927 g/kg. En FDN Obsidiana presentó los valores más bajos con 501 g/kg y fue diferente al testigo (P<0.05) con 569 g/kg. En FDA, Karma y Obsidiana fueron diferentes al testigo (P<0.05), las acumulaciones fueron de 353 y 355 g/kg, respectivamente. Para Kg de PC Saia supera a todas las variedades (P>0.05) con 702 kg. Los rendimientos de forraje seco que se obtuvieron fueron mayores a los documentados para el potencial productivo de avena de temporal en Zacatecas, de 1 a 3 ton ha⁻¹ (Medina *et al.*, 2001) La variedad Saia es una buena alternativa para incrementar la materia seca por hectárea, incluso puede alimentar más unidades animal en comparación al Testigo. Los resultados bromatológicos coinciden a los reportados en otros estudios donde determinaron la composición bromatológica del forraje de avenas en estado lechoso-masoso (Kraiem *et al.*, 1997; Fulkerson *et al.*, 2008).

Los componentes de rendimiento de las variedades en el año de evaluación se muestran en la figura 2. En él se observa que Saia sobresalió (P<0.05) de todas las variedades con porcentajes

mayores de hoja (25.6%) y tallo (62%), mientras que Karma presentó los menores porcentajes de tallo con un 39.4% y el mayor contenido de espiga, 49.4% ($P < 0.05$). Cherney *et al.*, (1990) mencionan que el consumo de la planta por animales está relacionado con especies de mayor acumulación de hoja, que con tallos, incluso si estas dos tienen digestibilidades similares.

Cuadro 1- Características agronómicas y bromatológicas de las variedades de avena evaluadas en monte Escobedo Zacatecas.

Variedades	AP	FS	DSC	PC	MO	FDN	FDA	Kg de PC/ha
Chihuahua	99.1 bc	3477b	84	11.8	91	56.9 ab	40.6 ab	418.4 b
Karma	96.33 c	3182.2 b	84	12.1	92.7	51.2 bc	35.3 c	392.4 b
Obsidiana	102.78 b	3189.7 b	84	11.5	91.3	50.1 c	35.5 c	377.3 b
Turqueza	100.8 b	3201.2 b	84	12.3	91.6	54.7 abc	39.1 bc	391.3 b
Agata	96.11 c	3498.3 b	84	13.8	89.6	59.8 a	43.9 a	483.4 b
Saia	121.5 a	5657.7	107	12.6	91.1	60.3 a	42.3 ab	702.7 a
C.V.	2.03	17.1		5.01	1.3	4.4	3.8	21.1
R2	0.96	0.77		0.71	0.75	0.7	0.77	0.74

AP:

Componentes de rendimiento

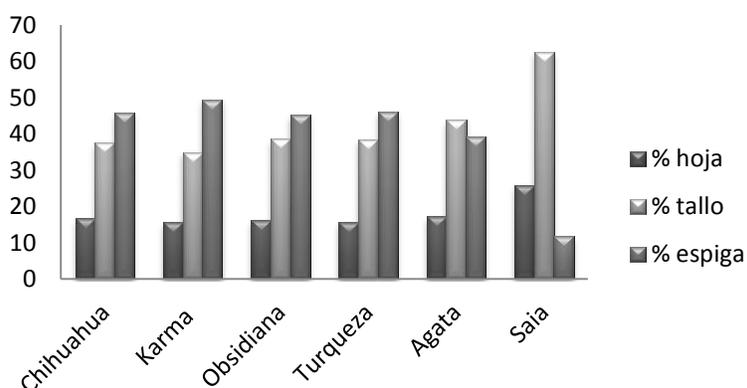


Figura 1- componentes de rendimiento de las variedades de avena.

El análisis de coeficiente de correlación entre características agronómicas, morfológicas y bromatológicas se presenta en el cuadro 3. En él se observa que las variables asociadas de manera positiva con el rendimiento de forraje seco son: altura de planta, y días de siembra a cosecha y acumulación de tallo, negativamente se relacionó la cantidad de espiga ($P < 0.001$). En la relación entre características agronómicas y morfológicas la hoja se asoció positivamente con altura de planta ($r = 0.791$), días de siembra a cosecha ($r = 0.892$) acumulación de tallo ($r = 0.849$) y negativamente con el porcentaje de espiga ($r = -0.928$). También la hoja, el tallo y la espiga se asociaron de manera positiva ($P < 0.05$) con FDA y FDN, sin embargo su porcentaje de correlación es bajo. Estos resultados muestran que las variedades más precoces tienden a ser de porte bajo, con menor producción de materia seca, poca hoja y tallo pero debido a que la acumulación de espiga es alta tienen potencial para la producción de grano. En otras investigaciones indican que variedades de avena con menos días a cosecha tuvieron menor rendimiento comparado con materiales tardíos y de porte alto (Assefa, 2003).

CONCLUSIONES

La calidad forrajera de las variedades presentó porcentajes de proteína cruda similares entre ellas, sin embargo, en la acumulación de fibras, la variedad Karma fue inferior a las demás. En el rendimiento de materia seca la variedad Saia es una buena alternativa para solucionar los problemas de bajos rendimientos de materia seca por hectárea.

Cuadro 3.- Coeficiente de correlación entre características agronómicas, morfológicas y bromatológicas de variedades de avena evaluadas en el municipio de Monte Escobedo Zac.

	Fs	Ap	DDS	Hj	Tallo	Esp	PC	MO	FDN	FDA	KPC
FS	1.000										
AP	0.734*	1.000									
DDS	0.765*	0.929**	1.000								
HJ	0.596*	0.791*	0.892**	1.000							
TLL	0.746*	0.784*	0.873**	0.849**	1.000						
ESP	-0.741*	-0.837**	-0.932**	-0.928**	-0.982**	1.000					
PC	0.172	-0.203	-0.104	-0.132	0.122	-0.031	1.000				
MO	-0.251	0.052	0.052	0.024	-0.205	0.116	-0.663*	1.000			
FDN	0.393	0.288	0.402	0.523*	0.566*	-0.551*	0.006	-0.232	1.000		
FDA	0.327	0.191	0.310	0.486*	0.540*	-0.511*	0.103	-0.375	0.956**	1.00	
KPC	0.911**	0.533*	0.584*	0.435	0.657*	-0.617	0.556*	-0.486*	0.311	0.291	1.0

FS: Forraje seco; AP: Altura de planta; DDS: Días después de siembra; HJ: Hoja; TLL: Tallo; ESP: Espiga; PC: Proteína cruda; MO: Materia orgánica; FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácida; KPC: Kilogramos de proteína cruda *(P<0.05); **(P<0.001)

LITERATURA CITADA

- Assefa, G., Feyissa, F., Gebeyehu, A., Minta, M. Characterization of selected oats varieties for the important production traits in the highlands of Ethiopia. Farm Animal Biodiversity in Ethiopia: Status and Prospect. Afaw Yimegnuhail and Tamrat Degefa (Eds). Proceedings of the 11th Annual conference of the Ethiopian Society of Animal Production (ESAP) held in Addis Ababa, Ethiopia, August 28-30, 2003. ESAP, Addis Ababa. pp 305-314
- Cherney, D.J., Martens, D.R. and Moore, J.E. Intake and digestibility by wethers as influenced by forage morphology at three levels of forage offering. J. Anim. Sci. 1990, 68:4387-4399.
- Espitia, R.E., Villaseñor, M.E., Tovar, G.R., de la O, O.M. y Limón, O.A. Momento óptimo de corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol 3 num.4 1 de julio -31 de agosto, 2012 p. 771-783
- Fulkerson, W.J., Horadagona, H., Neal, J.S., Barchia, I. and Nandra K.S. Nutritive value of forage species grown in the warm temperate climate of Australia for dairy cows: Herbs and grain crops. Livestock Science 114 (2008) 75-83.
- Kraiem, K., Majdoub, A., Ben Abbes, SW. and Moujahed, N. Effect of the level of supplementation with concentrate on the nutritive value and utilization of oats hay cut at three maturity stages. Livestock Production Science 47(1997) 175-184.
- Medina, G.G., Salinas, G.H. y Rubio, A.F. Potencial productivo de especies forrajeras en el estado de Zacatecas. Libro técnico número 1. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas, 2001 pp58-59
- Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2011. Anuario estadístico de la producción agrícola.
- SAS. User Guide. Statistical Analysis System.. Inc. Cary, NC. versión 9.1 2002

PRODUCTIVIDAD DE TRES ESPECIES DE CLIMA TEMPLADO EN UNA REGIÓN SEMIÁRIDA

PRODUCTIVITY OF THREE TEMPERATE SPECIES IN A REGION SEMIÁRIDA

Karen Lizzet Monsivais Morales¹, Marco Antonio Rivas Jacobo¹, Camelia Alejandra Herrera Corredor¹ y Jorge Alberto Flores Cano¹.

¹Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

marco.rivas@uaslp.mx

RESUMEN

Se evaluó rendimiento de materia seca y componentes morfológicos de tres especies, *Festuca arundinacea* Schreber, *Festulolium* sp y *Lolium multiflorum* Lam., en Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., ubicado a 22°13' LN, 100°50' LO, a 1,835 m.s.n.m. El clima es seco estepario frío, la temperatura media anual es de 17.6 °C y una precipitación anual de 335 mm. La siembra al voleo se realizó el 28 de octubre de 2010, bajo riego con 30 kg de semilla ha⁻¹. Se fertilizó a la siembra con 30 kg de N y 30 kg P₂O₅ ha⁻¹. Se cosechó lo de un cuadrante de 0.5x0.5 m el 28 de marzo, 27 de abril y 25 de mayo de 2011. Se midió el rendimiento de materia seca acumulada (RMSA), espigas (RMSE), Material Muerto (RMSMM) y Porcentaje de Hoja (%H). El diseño fue un completamente al azar con cinco repeticiones y el análisis de los datos fue con el paquete estadístico SAS ver. 9.3 y con una prueba de Tukey al (0.05). Se observaron diferencias significativas, donde el rye grass anual mostró los mayores RMSA en los tres cortes con 2263, 657 y 267 kg MS ha⁻¹, en el primer corte el festulolium mostró el menor valor con 1032 kg MS ha⁻¹, y la festuca obtuvo los menores con 576 y 94 kg MS ha⁻¹ en el segundo y tercer corte, respectivamente. El %H fue mayor para festulolium en el primer y tercer corte con 88 y 66%, respectivamente, mientras que la festuca mostró el menor %H en el primer y segundo corte con 76 y 42 %, respectivamente y el rye grass el menor en el tercer corte con 46 % de hoja. El RMSMM fue mayor para el ryegrass en el segundo y tercer corte con 350 y 120 kg ha⁻¹, y el RMSES fue mayor para el ryegrass en el segundo y tercer corte con 9 kg ha⁻¹, para ambos cortes.

Palabras clave: Forrajeras templadas, materia seca, porcentaje hoja.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE CINCO ESPECIES DE GRAMÍNEAS CON FERTILIZACIÓN + RIEGO Y MANEJO TRADICIONAL, EN LAS EPOCAS DE NORTES Y SECA EN VERACRUZ

FORAGE PRODUCTION OF FIVE SPECIES OF GRASSES WITH FERTILIZATION + IRRIGATION AND TRADITIONAL MANAGEMENT, IN THE WINDY AND DRY SEASON AT VERACRUZ

Javier F. Enríquez Quiroz^{1*}, Francisco I. Juárez Lagunes², Maribel Montero Lagunes¹, Isaías López Guerrero¹, Gregorio Núñez Hernandez³, Francisco E. Cab Jimenez¹

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 determinar el efecto de la fertilización + riego vs manejo tradicional, sin estos componentes, de cinco pastos tropicales en las épocas de nortes y seca, en el campo experimental "La Posta" de Paso del Toro, Veracruz, con clima cálido subhúmedo. Las parcelas fueron de 12.5 m² con 1 m² de área de muestreo. Se fertilizó con 300 60 00, kg ha⁻¹ de N, P y K, de estos, se aplicaron 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. Se evaluaron: Maralfalfa (*P. purpureum*), Mombaza (*P. maximum*), Insurgente (*B. brizantha*), Dictyoneura (*B. humidicola*) and Mulato (*B. ruziziensis X B. brizantha*). Se midió: altura, cobertura, producción de materia seca (MS) y tasa de crecimiento (TC), la cosecha se realizó cada 35 días (105 días para la época de nortes y 70 días para la época seca). El Diseño experimental fue en Bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, la parcela grande fue la especie y la subparcela el manejo (fertilización y riego vs tradicional sin fertilización ni riego), con tres repeticiones. La información se analizó mediante análisis de varianza y comparación de medias con Tukey. Hubo diferencias entre especies ($P < 0.05$) para rendimiento en la época seca, siendo Maralfalfa el que logro una producción de 5194 kg ha⁻¹ con una TC de 74 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹. En la época de nortes no se obtuvieron diferencias ($P > 0.05$) entre especies en rendimiento, solo en altura y cobertura de plantas, lo que siguió una relacion de acuerdo al habito de crecimiento de cada una de ellas. Las practias de fertilizacion + riego mostro diferencias en todas las variables en ambas epocas del año, destaca el incremento del rendimiento durante la época de nortes (6024^a vs 1690^b kg ha⁻¹), mientras que en la época seca, esta diferencia fue mas marcada (6666^a vs 1177^b kg ha⁻¹), producto de una mayor altura y cobertura. La fertilización + el riego produjo incrementos en la producción de forraje de 356 y 566 %, en la época de nortes y seca, respectivamente, con relacion al testigo sin fertilizar y sin riego.

Palabras clave: Fertilizacion, riego, pastos tropicales, materia seca.

ABSTRACT

The objective was to determine the effect of fertilization + irrigation vs. traditional management, without these components, five tropical grasses in the windy and dry season, in the experimental field "La Posta" Paso del Toro, Veracruz, with warm humid climate. Plots were 12.5 m² with 1 m² sampling area. Were fertilized with 300 60 00, kg ha⁻¹ of N, P and K of them were applied 75 kg N ha⁻¹ after standardization cut, and 25 kg N ha⁻¹ after each cut, and the drip irrigation was doing two times in week. Were evaluated: Maralfalfa (*P. purpureum*), Mombaza (*P. maximum*), Insurgente (*B. brizantha*), Dictyoneura (*B. humidicola*) and Mulato (*B. ruziziensis X B. brizantha*). We measured height, coverage, dry matter production (DM) and growth rate (GR), harvesting was performed every 35 days (105 days for the windy season and 70 days for the dry season). The experimental design was randomized blocks with split plot arrangement, the main plot was the cultivar and the

subplot the management (fertilization and irrigation vs. traditional, without fertilization or irrigation), with three replications. Data were analyzed by analysis of variance and Tukey mean comparison. There were differences between species for yield in the dry season, which still Maralfalfa achievement production 5194 kg DM ha⁻¹ with a GR of 74 kg ha⁻¹ day⁻¹. In the windy season there were no differences ($P > 0.05$) between species in performance, and only in plant height and coverage, which followed a relationship according to growth habit each. The fertilization + irrigation practices showed differences in all variables in both seasons of the year, the performance improved during the windy season (6024 vs. 1690b kg DM ha⁻¹), while in the dry season, this difference was bigger (6666 vs. 1177b kg DM ha⁻¹), It's resulting from a greater height and coverage. The fertilization + irrigation produced increases in forage production of 356 and 566%, in the windy and dry seasons, respectively, with relation to traditional management.

Keywords: Fertilization, irrigation, tropical grasses, dry matter

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 prácticas agronómicas para cada región, es un requisito indispensable para mantener la más alta productividad de la empresa ganadera (Enriquez *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 fuertemente 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 en la época de nortes y seca.

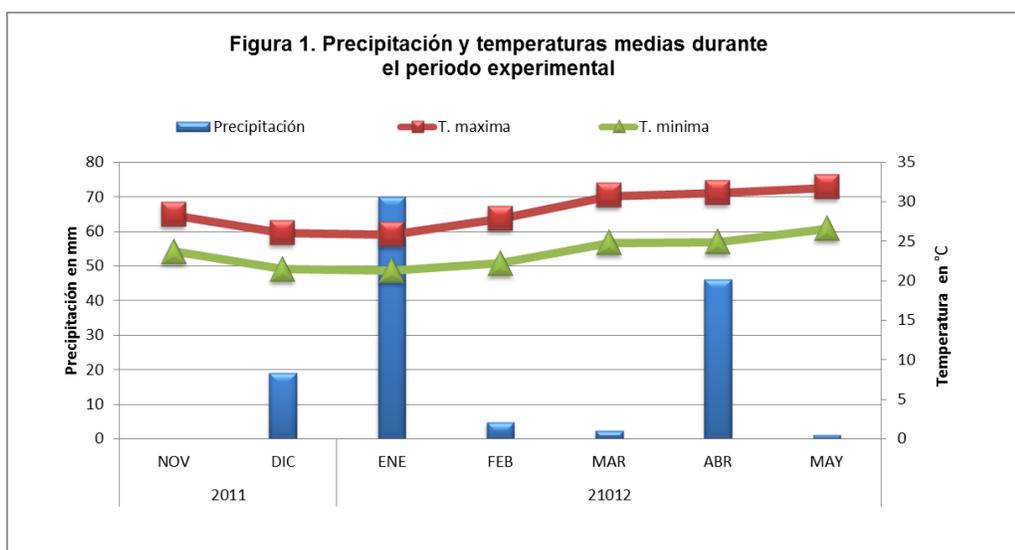
MATERIALES Y MÉTODOS

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, máxima y mínima de 25.4, 31.3 y 19.5 °C, respectivamente, y una precipitación pluvial de 1336.8 mm, y 1379.5 mm de evaporación. La altura del sitio es de 16 m.s.n.m. Los suelos predominantes son del tipo vertisol, con pH ácido de 5.4, con textura arcillosa y con un contenido de materia orgánica, de alrededor del 2.6 %. Las especies de forrajeras 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 (105 días para la época de nortes y 70 días para la época seca). La parcela total tuvo una dimensión 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 se estuvo de acuerdo al hábito de crecimiento de cada especie: los pastos Mombaza y Maralfalfa de crecimiento erecto se cortaron a una altura de 30 cm y el resto de los pastos se cortaron a 15 cm . El manejo tradicional es lo que hace el productor, es decir sin fertilización ni riego. Variables medidas: Producción de materia seca, tasa de crecimiento, altura y cobertura aérea de las plantas. Se tomó una submuestra de 200 g de cada parcela las cuales se secaron en una estufa de aire forzado a $55 \text{ }^\circ\text{C}$ 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 nortes se registraron 93.8 mm y en la seca 39.9 mm , la primera en un periodo de 105 y 70 días, respectivamente, lo que se reflejó en la producción de los pastos evaluados.



La producción total de materia seca y las tasa de crecimiento por especie durante la época de nortes fue similar entre especies ($P > 0.05$), tal como se observa en el Cuadro 1, mientras que para altura y cobertura si se tuvieron diferencias ($P < 0.05$) entre especies, con una altura de 97 cm para Maralfalfa que fue diferente al resto de las especies, mientras que, la mayor cobertura fue para Insurgente, Mulato y Dicytoneura, que fueron similares entre si, pero diferentes ($P < 0.05$) al resto de los tratamientos. Para la época seca, hubo diferencias en la producción de materia seca, tasa de crecimiento y altura de plantas, los valores mas altos los alcanzo Maralfalfa con $5994 \text{ kg}^{-1} \text{ ha}$ y una TC de $74 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de la misma manera Maralfalfa alcanzo la mayor altura promedio con 133 cm , que fue diferente ($P < 0.05$) al resto de los tratamientos. Con respecto a la altura y cobertura no hubo ($P > 0.05$) diferencias entre tratamientos, con valores de 73 a 87% , (Cuadro 1).

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 variables evaluadas, destaca un

incremento del rendimiento 356 y 566 %, en la época de nortes y seca, respectivamente, debido al uso de fertilizante y riego, lo que se refleja en una mayor altura, cobertura, producción de forraje y tasas de crecimiento, favorecidos por el suministro de agua y nutrientes para lograr un alto desempeño. Lo anterior permite y evidencia que los suelos requieren del aporte de nutrientes para que los pastos manifiesten su potencial de producción de biomasa, y esto, sumado al suministro de agua, particularmente 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 (Enriquez y Romero, 1999; Melendez *et al.*, 2005), 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 escasez de forraje para el ganado en pastoreo durante las épocas de nortes y seca.

Cuadro 1. Producción de materia seca estacional, altura y cobertura en la localidad de Paso del Toro, Veracruz en varios pastos de trópico.

Especie	Cultivar	Época de nortes				Época seca			
		MS kg ha ⁻¹	TC kg ha ⁻¹ día ⁻¹	Altura cm	Cob. %	MS kg ha ⁻¹	TC kg ha ⁻¹ día ⁻¹	Altura cm	Cob. %
<i>B. humidicola</i>	Dictyoneura	3883 a	37 a	35 c	87 a	3965ab	57 ab	39 c	84 a
<i>B. Brizantha</i>	Insurgente	3158 a	30 a	33 c	92 a	2751 b	39 b	35 c	81 a
<i>P. purpureum</i>	Maralfalfa	4964 a	47 a	97 a	67 c	5194 a	74 a	133 a	78 a
<i>P. maximum</i>	Mombaza	3666 a	35 a	64 b	79 b	3940 ab	57 ab	82 b	73 a
<i>B. ruziziensis</i> X <i>B. brizantha</i>	Mulato	3615 a	34 a	33 c	90 a	3757 ab	54 ab	38 c	87 a

TC = Tasa de crecimiento; Cob. = Cobertura; (Tukey $P \leq 0.05$)

Cuadro 2. Respuesta de la fertilización y riego en la producción de forraje, altura y cobertura en las épocas de nortes y seca.

Manejo	Época de nortes				Época seca			
	Altura de planta (cm)	Cob. (%)	Materia seca (kg ha ⁻¹)	TC (kg ha ⁻¹ día ⁻¹)	Altura de planta (cm)	Cob. (%)	Materia seca (kg ha ⁻¹)	TC (kg ha ⁻¹ día ⁻¹)
Fertilizado + riego	61 a	95 a	6024 a	57 a	79 a	96 a	6666 a	95 a
Tradicional	43 b	70 b	1690 b	16 b	52 b	65 b	1177 b	17 b

TC = Tasa de crecimiento; Cob. = Cobertura; (Tukey $P \leq 0.05$)

CONCLUSIONES

Se concluye que la fertilización + el riego produjo incrementos de 356 y 566 %, en la época de nortes y seca, respectivamente, con relación al manejo tradicional, sin fertilizar y sin riego, en la producción de forraje en los pastos Mombaza (*Panicum maximum*), Insurgente (*Brachiaria*

brizantha), Mulato (*B. ruzizensis* X *B. brizantha*), Dictyoneura (*B. humidicola*) y Maralfalfa (*Pennisetum purpureum*).

LITERATURA CITADA

- Enríquez-Quiroz JF, Romero-Mora J (1999). Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. en Isla, Veracruz. *Agrociencia* 33(2):141-148.
- Enríquez QJF, Meléndez N.F., Bolaños A. E.D. y Esqueda EV (2011). Producción Y Manejo De Forrajes Tropicales. INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta. Libro Técnico Núm. 28. Veracruz, México. 404 p.
- García E. (1987). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). 4ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.
- Meléndez NF, González MJA y Pérez PJ (2006). Manejo tecnológico del pasto Estrella Africana en el trópico. Gobierno del Estado de Tabasco. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, Tab., México. 79 p.
- Ortega RL, Enríquez QJF, López GI (2009). 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. Produccion de leche de bovino en el sistema de doble propósito. Libro Técnico Núm. 22. INIFAP. CIRGOC. Veracruz, México. 404 p .
- SAS. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. (2002).

CALIDAD DE LA ALIMENTACIÓN DE CAPRINOS EN UN MÓDULO AGROSILVOPASTORIL DE ZONAS ÁRIDAS

QUALITY OF FOOD IN GOATS ON AN ARID AGROSILVOPASTORAL MODULE

Montserrat Juárez Macías-Valadéz^a, Sergio Beltrán López^b, Catarina Loredo Osti^c, Gregorio Álvarez Fuentes^d, Jorge Urrutia Morales^e.
sergio.beltran@uaslp.mx

^aTesista de Maestría de la Facultad de Agronomía, UASLP. ^bCoordinador Académico del CECS. UASLP. ^cProfesor-Investigador. Facultad de Agronomía, UASLP. ^dProfesor Investigador, Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas, UASLP. ^eEx-investigador, INIFAP.

RESUMEN

En los sistemas extensivos de agostadero de zonas áridas del centro norte de México la producción de caprinos es importante, sin embargo, existe una fuerte problemática debido a que la alimentación del ganado está sumamente restringida debido a la baja disponibilidad de forraje como consecuencia del sobrepastoreo y las bajas precipitaciones que se han acentuado en los últimos años. Los módulos Agrosilvopastoriles son una opción que pueden contribuir a solucionar esta problemática, además de promover la conservación y recuperación de los agostaderos y a mediano plazo, podrían fomentar la cultura de la prevención a través de la producción y conservación de forrajes de corte para hacer frente a la época de sequía, con lo cual será posible incrementar de manera sostenible la producción de carne y leche de caprinos en zonas áridas. El estudio se realizó en la comunidad de Tinajuelas, Municipio de Charcas, San Luis Potosí, Se evaluó la producción de leche inicial y se registraron las variaciones en peso del ganado a través del año. Con base en análisis bromatológicos, se observó que la calidad nutricional de la alimentación de las cabras en el módulo no fue significativamente diferente en ninguna época del año y se detectó que la producción de leche y el peso de las cabras se mantuvieron, a pesar de las condiciones de sequía extrema que se presentaron durante el periodo de estudio.

Palabras clave: Caprinos, alimentación, módulos Agrosilvopastoriles, zonas áridas.

ABSTRACT

In extensive systems for the production of goats in the North-central of Mexico, there is a strong issue since the livestock feed is extremely restricted in the rangelands due to the low availability of forage due to overgrazing and low rainfall that has been accentuated in recent years. Agrosilvopastoral modules are an option that can contribute to solve this problem, in addition to promoting the conservation and recovery of the rangelands and medium-term could promote a culture of prevention through the production and conservation of forages of court to deal with the dry season, making it possible to increase the production of meat and milk of goats in arid areas in a sustainable manner. The study was carried out in the community of Tinajuelas, municipality of Charcas, San Luis Potosí, initial milk production was evaluated and variations were recorded by weight of cattle throughout the year. Bromatological analysis based, observed that the nutritional quality of food of goats in the module was not significantly different at any time of the year and detected that milk production and weight of the goats were kept, despite the conditions of extreme drought that occurred during the study period.

Key words: goats, feeding, agrosilvopastoral modules, arid areas.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales actividades pecuarias desarrolladas en el centro norte de México es la producción de ganado caprino, registrándose alrededor de 8.9 millones de cabezas de ganado (SIAP, 2009), San Luis Potosí ocupa el quinto lugar a nivel nacional con 6.4% de la producción nacional de leche de cabra y 2.1% de producción nacional de carne en canal. Esta actividad se lleva a cabo en las zonas áridas y semiáridas y el sistema de producción es extensivo con pastoreo continuo durante todo el año. Sin embargo, el 80% de los agostaderos se encuentran muy deteriorados debido principalmente al sobrepastoreo y a la escasa precipitación que a últimas fechas se ha acentuado. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad de la alimentación de ganado caprino en un sistema Agrosilvopastoril con el fin de generar un plan de manejo que mejore la producción de ganado caprino, disminuya la mortandad del ganado, disminuya la carga animal en el agostadero y promueva la conservación de los recursos naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en la comunidad Tinajuelas, perteneciente al Ejido Vicente Guerrero, Municipio de Charcas, San Luis Potosí. El municipio se encuentra localizado en la parte norte del estado, en la Zona Altiplano. Las coordenadas del sitio son: 23° 11.99 N y 101°02.96 W. De acuerdo a COTECOCA (1974), el clima predominante es el seco (BSk) donde la precipitación pluvial promedio es de 405 mm al año, la temperatura media anual fluctúa de 16.9 a 17.2° C y donde hay la presencia de 7 meses de sequía.

Se utilizaron 70 cabras criollas cruzadas de Alpina y Nubia. Al inicio del muestreo se encontraban en el primer mes de lactación. De este rebaño, se eligieron 5 cabras adultas para analizar su dieta en forma individualizada. Los muestreos se realizaron cada 30 días en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2011. La etapa comprendida entre diciembre y Junio se caracterizó por la carencia de lluvias, lo cual produjo una situación de sequía extrema (período seco). Durante este lapso de tiempo, el rebaño no salió a pastorear, por lo que se evaluaron los ingredientes (ración) que consumieron en pesebre. A finales de junio se presentaron lluvias, determinando esto que la segunda etapa de muestreo desde el 05 de Julio hasta el 06 de Octubre fuera considerada como el período de lluvias. En esta etapa se realizó un seguimiento individualizado de las cabras seleccionadas para observar que tipo de especies consumían y se recolectaron ejemplares para su identificación botánica y análisis químico. Por la noche, los animales eran llevados al corral.

Las especies recolectadas fueron procesadas y analizadas para conocer su composición química en el Laboratorio Bromatológico del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la UASLP. La determinación de materia seca (MS), proteína cruda (PC), cenizas, fue mediante las técnicas mencionadas en AOAC, (1990), para la determinación de fibra cruda (FC), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) fue mediante la técnica de Van Soest, (1991) utilizando un analizador de fibras marca ANKOM modelo A200, con bolsas de filtro marca ANKOM modelo F-57. Cada mes, se pesaron los animales en producción, también se registró la cantidad de leche en la ordeña. El análisis estadístico de las variables de respuesta fue en un diseño completamente al azar, mediante el PROC GLM de SAS (SAS, 1999) y una prueba de medias de Tukey (Steel y Torrie, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La disponibilidad de forraje en el agostadero varía en cantidad y calidad a lo largo del año y entre los diferentes años, dependiendo de la precipitación. La estrategia se fundamenta en suministrar el alimento al ganado en función a la época del año, previendo la disponibilidad de éste a través de la producción de forrajes de corte (ensilado), establecimiento de praderas de pastos y arbustos forrajeros y la utilización de subproductos forestales.

Cuadro 1. Componentes de la alimentación de las cabras en función a la época del año.

Época	Mes	Alimento proporcionado
Seca	Enero	Ensilado de maíz, concentrado comercial y alfalfa deshidratada.
	Febrero	Ensilado de maíz, concentrado comercial y alfalfa deshidratada.
	Marzo	Ensilado de maíz, concentrado comercial y pollinaza.
	Abril	Ensilaje de maíz, maguey picado, pollinaza.
	Mayo	Rastrojo de maíz con maguey picado, pollinaza, concentrado.
	Junio	Rastrojo de maíz con maguey picado, pollinaza, concentrado.
Lluvias	Julio	<i>Argemone mexicana</i> , <i>Mimosa spp.</i> <i>Agave Lechuguilla</i> , <i>Dalea bicolor</i> , <i>Opuntia spp.</i> , <i>Buddleja scordioides</i> , Pastos, vaina de mezquite
	Agosto	<i>Argemone mexicana</i> , <i>Mimosa spp.</i> <i>Agave Lechuguilla</i> , <i>Dalea bicolor</i> , <i>Opuntia spp.</i> , <i>Buddleja scordioides</i> , Pastos, vaina de mezquite
	Septiembre	<i>Argemone mexicana</i> , <i>Mimosa spp.</i> <i>Agave Lechuguilla</i> , <i>Dalea bicolor</i> , <i>Opuntia spp.</i> , <i>Buddleja scordioides</i> , Pastos, vaina de mezquite
	Octubre	Pastos, <i>Argemone mexicana</i> , <i>Mimosa spp.</i> <i>Agave Lechuguilla</i> , <i>Dalea bicolor</i> , <i>Opuntia spp.</i> , <i>Buddleja scordioides</i> y vaina de mezquite.
	Noviembre	Pastos, <i>Argemone mexicana</i> , <i>Mimosa spp.</i> <i>Agave Lechuguilla</i> , <i>Dalea bicolor</i> , <i>Opuntia spp.</i> , <i>Buddleja scordioides</i> y vaina de mezquite., maguey picado.
	Diciembre	Rastrojo de maíz, vaina de mezquite. maguey picado, concentrado

Cuadro 2. Composición química de los diferentes componentes alimenticios consumidos por las cabras durante todo el año.

Época	Nombre científico	MS	PC	FDN	FDA	FC	Cenizas
LLUVIAS	<i>Argemone mexicana</i>	88.5	11.4	46.7	34.4	29.6	96.42
	<i>Quercus spp</i>	92.2	11.5	41.8	31.2	27.2	94.9
	<i>Mimosa spp</i>	87.6	15.6	38.5	35.2	27.9	93.9
	<i>Buddleja scordioides</i>	83.5	11.3	51.4	34.5	27.4	94.8
	<i>Agave Lechuguilla</i>	91.0	6.0	31.1	28.6	31.2	83.5
	<i>Dalea Bicolor</i>	87.1	16.8	20.5	17.8	20.1	87.5
	<i>Prosopis Leavigata</i>	95.0	12.2	44.4	34.8	33.6	96.4
	Mezcla de pastos	21.5	7.7	54.2	30.8	28.2	78.4
	<i>Opuntia spp</i>	13.0	4.0	43.0	10.1	14.1	75.7
	<i>Agave spp</i>	46.8	8.6	19.9	17.6	20.3	82.8
SECA	<i>Medicago Sativa</i>	95.7	24.	35.7	28.7	23.0	86.5
	Rastrojo de Maíz	97.4	3.4	68.9	45.5	35.4	91.8
	Concentrado	92.4	19.7	30.8	15.6	10.7	88.4
	Pollinaza	96.4	27.9	36.3	18.8	13.8	87.6
	Ensilado de maíz	30.4	8.9	59.1	41.0	29.8	89.8

Aplicando la metodología Agrosilvopastoril, y de acuerdo a la información obtenida por medio de los análisis bromatológicos realizados a los ingredientes alimenticios consumidos por las cabras durante todo el año, se puede expresar lo siguiente: El ingrediente con mayor contenido de MS es

el rastrojo de maíz, seguido por la pollinaza 97.43 y 96.44%, respectivamente. En cuanto a la Fibra Cruda, el rastrojo, el ensilado de maíz y la lechuguilla son los que mayor contenido tienen con: 35.47, 29.87 y 31.23%. Para la Proteína Cruda, los ingredientes con mayor valor biológico para esta determinación son la pollinaza y la alfalfa deshidratada, con 27.9 y 24.8% respectivamente, el 60% de los ingredientes se encuentran por arriba de los requerimientos de las cabras en producción y el 87% por ciento de lo muestreado tuvo un contenido de PC que sobrepasa el 7 por ciento en base seca y con este valor, se puede asegurar en forma teórica el requerimiento para mantenimiento del animal tal como se ha señalado en diversos trabajos con ovinos y caprinos (Hernández, 2000; Elizondo 2008). Según estos investigadores un contenido de PC de más de 7% es suficiente para el mantenimiento, sin embargo, es necesario considerar las diferentes fuentes de forraje y su correspondiente calidad.

Los ingredientes utilizados en este esquema contienen una mayor cantidad de nutrientes y están disponibles durante la época seca, que es cuando los animales se encuentran básicamente en corral y el productor tiene que alimentarlos en pesebre. Al implementar el sistema agrosilvopastoril, el productor pudo disponer de diferentes tipos de alimentos para suministrar una dieta satisfactoria a sus animales. Incluyendo los forrajes consumidos por el ganado en el agostadero durante la época de lluvia y los proporcionados en pesebre durante la época de sequía, en la Cuadro 3, se muestra la composición química de la dieta consumida a través del año.

Cuadro 3. Composición química promedio de las raciones por mes durante el año (%)

MES	MS	PC	FDN	FDA	FC	Cenizas
Enero	47.3	12.3	42.1	29.3	21.3	88.1
Febrero	97.2	14.9	43.5	27.7	21.5	89.4
Marzo	96.4	15.7	32.3	20.3	12.8	87.9
Abril	83.7	14.6	30.8	19.1	15.1	86.5
Mayo	71.4	13.5	29.3	17.8	17.4	85.1
Junio	96.5	16.1	37.8	25.7	20.1	87.5
Julio	74.8	11.1	42.1	32.9	28.3	92.7
Agosto	63.8	10.8	37.5	26.1	24.9	88.4
Septiembre	77.1	11.4	40.05	29.9	27.5	91.9
Octubre	90.4	12.1	42.6	33.7	30.0	95.4
Noviembre	71.5	13.6	41.2	30.4	27.8	91.4
Diciembre	52.5	14.2	39.8	27.1	25.7	87.4
Promedio	76.7	13.3	38.6	26.8	22.5	89.2

En promedio, durante la época de lluvias se obtuvieron 1.4 litros de leche/cabra/día, comparado con los 750 ml que obtiene el productor en forma tradicional. Durante la época seca se obtuvieron 500 ml, comparado con los 380 ml del productor testigo. En cuanto a las ganancias de peso, los animales sufren variaciones constantes a través del año, encontrándose los mejores pesos en la época de lluvias.

CONCLUSIONES

El sistema Agrosilvopastoril en zonas semidesérticas, es factible de utilizar para mejorar la producción y rentabilidad del sistema de producción caprino, disminuir el sobrepastoreo y conservar los recursos naturales.

LITERATURA CITADA

- Arbiza, M. J. (1986). Nutrición y alimentación de las cabras. Producción de caprinos. S Arbiza. México, AGT. pp 295 – 408.
- Beltrán, S.L. (2010). Establecimiento de Módulos Agrosilvopastoriles para la producción sostenida de ganado caprino. Proyecto Productivo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- COTECOCA. 1974. Coeficientes de agostadero. Estado de San Luis Potosí. Comisión Técnico Consultiva para la determinación regional de los coeficientes de agostaderos. Secretaría de Agricultura y Ganadería. D.F. México. 159 p.
- Elizondo, J.A.S. 2008. Requerimientos Nutricionales De Cabras Lecheras. II. Proteína metabolizable. Agronomía mesoamericana 19(1): 123-130. 2008. FAO. (2007). Statistics.
- López, M.M. 2006. Caracterización de la producción caprina en San José de la Peña, San Luis Potosí y evaluación productiva de la suplementación nitrogenada con bloques. Tesis de Maestría. Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales. UASLP.

GRANOS SECOS DE DESTILERÍA EN LA ENGORDA INTENSIVA DE BORREGOS

Karym Roberto Curzaynz Leyva, Carlos Sánchez del Real, Carlos Apodaca Sarabia, José Ayala Oseguera, Denisse Vergara Ávila, José Cadena Meneses

Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Enseñanza e Investigación en Zootecnia km 38.5 Carretera México-Texcoco, Texcoco, Estado de México. CP 56230 Chapingo Estado de México. iaz.karymcl@gmail.com

RESUMEN

Los granos secos de destilería (DDGS por sus siglas en inglés) son un subproducto de la industria de la producción de Etanol, en los últimos años su uso es cada vez mayor en la alimentación animal. Los DDGS aportan un elevado contenido proteico en las raciones y una proporción energética admisible, esto los hace un ingrediente interesante para las raciones animales. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de los DDGS en sustitución parcial de maíz, sorgo y pastas de oleaginosas en: 1) consumo de alimento (COA), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA), así como rendimiento en canal caliente (RCC) de borregos; 2) egresos, ingresos, utilidad borrego⁻¹, y la relación beneficio-costo. Los tratamientos fueron dietas: 1) testigo, sin DDGS; 2) 15% de DDGS; 3) 30% de DDGS; 4) 45% de DDGS del total de la dieta. Se utilizó un diseño factorial completamente al azar con 4 repeticiones por tratamiento, usando 16 borregos criollos (PV= 28.56 ± 2.19 kg). Los datos productivos se analizaron utilizando el paquete SAS y las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de Tukey (P>0.05). El COA de los borregos alimentados con 30% de GSD en la dieta fue mayor (P<0.05). En GDP, CA y RCC no se observaron diferencias (P>0.05). La mayor relación beneficio: costo se observó en las dietas con 30 y 45% de DDGS. Se concluye que en la engorda de borregos, se puede utilizar hasta 30% de DDGS en la dieta sin afectar el comportamiento productivo, con la ventaja de disminuir los costos productivos.

Palabras Clave: Subproducto, borregos, costos, etanol.

ABSTRACT

For the economic and biological effect of dried distillers grains (DDG), from in partial substitution of corn and sorghum grains, with energy source and oilseeds meal with protein source in fattening lamb. The animals used were 16 male lambs crossbreed Creole with Rambouillet (28.56 ± 2.19 kg. initial body weight). A factorial completely random experimental design was used with four replications per treatment of one lamb per replication. The initial body weight of lambs was taken as a co-variable. The levels evaluated of DDG were 0, 15, 30 and 45% in diet. The analyzed variables were feed intake (FI), average daily gain (ADG), feed: gain (F:G) and carcass percentage (CPE). The FI of the lambs fed 30% of DDG in diet was greater (P<0.05) than that recorded for the lambs fed 0% of DDG (1.759 vs 1.405 kg lamb⁻¹ day⁻¹). In ADG, F:G and CPE were not observed (P>0.05) differences between evaluated levels of DDG. In which it concerns to the economic analysis with 45% of DDG were greater utility by lamb and in conjunction with 30% of DDG, was the greatest benefit: cost. In fattening lambs can be used up to 30% of DDG in diet without affecting the productive performance of lambs, with the advantage of reducing the cost of diet and increased economic benefit.

Key words: Ethanol byproducts, sheep, productive performance, cost.

INTRODUCCIÓN

La engorda de borregos basada en granos, sugiere que se tienen que buscar alternativas alimenticias para reducir costos, tener mejores rendimientos y así poder disminuir las importaciones de carne ovina en México, reportadas en 13, 807 ton⁻¹ (SIAP, 2009). A nivel mundial los granos han tenido un alza en los precios y una fuerte promoción en la utilización para producción de etanol (INTA, 2008), factor que lo hace competir con el uso del grano para consumo humano y pecuario, especialmente cuando a maíz se refiere, afectando el mercado nacional que manifiesta precios altos.

Ante esto, surgen opciones como el uso de subproductos agroindustriales, tal es el caso de los Granos Secos de Destilería (DDGS por sus siglas en inglés), derivado de la producción de etanol, un subproducto que aporta importantes contenidos de energía (3.3 Mcal kg⁻¹ de EM) y proteína cruda (28%) (Tjardes y Wright, 2002; Wang *et al.*, 2007), y que pueden ser utilizados como ingrediente base en la alimentación de animales de interés zootécnico. Las investigaciones en borregos utilizando DDGS son escasas, Held (2006) menciona que es interesante para la producción ovina el surgimiento de los subproductos de la industria del etanol, concluye que al sustituir la pasta de soya en ovejas lactantes por DDGS no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en cuanto a la condición corporal de las borregas, ni en ganancia de peso de los corderos en lactancia. Whitney y Braden (2010) mencionan que la sustitución parcial o total de harina de semilla de algodón por DDGS en dietas de finalización de borregos es aceptable y mejora las características sensoriales de la carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El experimento se realizó en las instalaciones anexas al Módulo de Ovinos de la Granja Experimental del Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, localizado a 19° 22" Latitud Norte, 98° 35" Longitud Oeste, y a 2250 msnm (García, 1981).

Tratamientos experimentales y animales. El estudio consistió en evaluar cuatro niveles de inclusión de granos secos de destilería en la dieta 0, 15, 30 y 45% para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 respectivamente. Los niveles de inclusión de granos secos de destilería en la dieta se evaluaron en sustitución parcial de los granos de maíz y sorgo como fuente de energía, y de pastas de oleaginosas como fuente de proteína en la dieta de engorda de borregos. Las dietas fueron isoenergéticas (2.85 Mcal EM) e isoproteicas (14.5% PC) a excepción de la dieta con 45% que por el alto contenido de proteína de los DDGS subió a 17% PC. Se utilizaron 16 borregos machos enteros criollos, encastados con Rambouillet con peso vivo inicial de 28.56 ± 2.19 kg. Al inicio del período experimental los borregos por única vez se desparasitaron vía subcutánea con Ivermectina (0.5 ml cordero⁻¹); así mismo, se les aplicó por vía intramuscular 2.5 ml cordero⁻¹ de Bacterina toxoide (Bobac 8[®]), para la prevención de enfermedades causadas por *Clostridium perfringens* tipo C y D.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un diseño factorial completamente al azar con 4 repeticiones por tratamiento. Las variables respuesta sobre comportamiento productivo se analizaron utilizando el paquete SAS (SAS, 1999). Las medias de los tratamientos se compararon por la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de alimento fue menor ($P < 0.05$) en el grupo testigo respecto a los demás tratamientos entre los cuales no hubo diferencias. Las variables de ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal caliente de borregos, no fueron diferentes entre tratamientos ($P > 0.05$).

Los borregos alimentados con la dieta que no incluía DDGS presentaron el menor consumo promedio diario con 1.405 kg borrego⁻¹ día⁻¹ mostrando diferencias respecto a los tratamientos que incluían DDGS Al analizar el consumo de alimento entre los niveles de inclusión de DDGS en la dieta, a través del periodo experimental, se observó que los borregos que estaban consumiendo 15 y 30% de DDGS mostraron un incremento gradual y sostenido en el consumo, mientras que los borregos con 0% de DDGS deprimieron su consumo en el periodo de 29-42 días. La ganancia diaria de peso promedio fue de 0.274 kg borrego⁻¹ día⁻¹, no presentando diferencias (P=0.5334) entre los niveles de DDGS en evaluación. La conversión alimenticia no fue diferente (P=0.5106) según la inclusión de granos secos de destilería en la dieta de los borregos. Las canales calientes en promedio pesaron 19.775 kg no observándose diferencias entre tratamientos (P=0.2303), tampoco en rendimiento en canal (P=0.7674).

Cuadro 1. Comportamiento productivo de los corderos durante el experimento

Variable	N	Promedio	DS	Pr > F
Peso vivo inicial, kg	16	29.828	2.199	--
Peso vivo final, kg	16	41.781	2.415	0.2891
Consumo de alimento, kg borrego ⁻¹ día ⁻¹	49	1.646	0.276	<0.0001
Consumo de alimento de acuerdo al peso metabólico, g (kg PV ^{.75})	49	112.454	13.061	--
Ganancia diaria de peso, kg borrego ⁻¹ día ⁻¹	49	0.274	0.112	0.5334
Conversión alimenticia, consumo/ganancia	49	6.975	2.919	0.5106
Rendimiento en canal, %	10	47.165	2.234	0.7674

Estos resultados difieren a los reportados por Schauer *et al.* (2008), ya que al sustituir con DDGS el maíz de la dieta en engorda intensiva de borregos, no observaron diferencias significativas (P>0.05) en el consumo de alimento, pero sí (P<0.05) para la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia; las dietas en cuestión se formularon con alfalfa y se incluyó por lo menos 50% de maíz en las dietas lo que puede explicar la discrepancia en resultados. Félix *et al.* (2012), mencionan que la suplementación con DDGS a borregos en pastoreo aumentó (P<0.01) la ganancia diaria de peso, mientras que McKeown *et al.* (2009), reportan no haber encontrado diferencias (P>0.05) en el consumo de alimento ni en el rendimiento de la canal caliente de borregos alimentados con 20% de DDGS en la dieta. Las investigaciones respecto a la utilización de DDGS en ovinos son escasas, sin embargo en otras especies y rumiantes (toros, vacas lecheras) son considerables, Depenbusch *et al.* (2009), observaron que el consumo de alimento y la ganancia diaria de peso respondieron cuadráticamente a la inclusión de DDGS en la dieta de finalización de novillas encontrando que el máximo consumo lo manifestaron a las que se les incluyó 15% de DDGS en la dieta, resultado similar respecto al comportamiento cuadrático en el presente experimento.

En otro estudio realizado por Leupp *et al.* (2009), encontraron efecto cuadrático (P=0.004) en el consumo de alimento de novillos en crecimiento a la inclusión de granos secos de destilería, manifestándose el mayor consumo con 15% y el menor con 60% de DDGS. En relación al análisis económico del experimento, se observó que con la inclusión de los DDGS en la dieta, se bajan los costos de alimentación y en consecuencia se aumenta la utilidad por cordero y por kilogramo de peso vivo ganado, teniendo 9% mayores ingresos usando 15% de DDGS en la dieta.

CONCLUSIONES

La inclusión de granos secos de destilería en la dieta para engorda de borregos incrementa el consumo de alimento, mantiene la conversión alimenticia, la ganancia diaria de peso sin que ésta última fuera distinta desde el punto de vista estadístico. Los pesos de la canal y el rendimiento de la canal no son afectados con la inclusión de DDGS en la dieta y estos bajan considerablemente los costos de alimentación en la engorda, por lo que el comportamiento económico de los borregos

con DDGS resulta en una mayor utilidad por borrego engordado, mejora la utilidad por kg de peso vivo ganado y en consecuencia se obtiene mayor beneficio: costo.

LITERATURA CITADA

- Depenbusch, B. E., C. M. Coleman, J. J. Higgins, and J. S. Drouillard. 2009a. Effects of increasing levels of dried distiller's grains with solubles on growth performance, carcass characteristics, and meal quality of yearling heifers. *J. Anim. Sci.* as doi.10.252/jas.2008-1496.
- Félix, T. L. I. Susin, L. M. Shoup, A. E. Radunz, and S. C. Loerch. 2012. Effects of supplemental dried distillers grains or soybean hulls on growth and internal parasite status of grazing lambs. *Sheep & Goat Research* 27:1-8.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Tercera edición. Editorial Offset. 246 p.
- Held, J. 2006. Feeding soy hulls and dried distillers grains with solubles to sheep. South Dakota State University Cooperative Extension Service, ExEx 2052.
- INTA. 2008. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Integración de la Producción Agrícola, Pecuaria y Bioenergética. Argentina.
- Leupp, J. L., G. P. Lardy, K. K. Karges, M. L. Gibson, and J. S. Caton. 2009. Effects of increasing level of corn distillers dried grains with solubles on intake, digestion, and ruminal fermentation in steers fed 70% concentrate diets. *J. Anim. Sci.* as doi. 10.252.7/jas.2008-1712.
- McKeown, E. L., V. A. Chaves, M. Oba, R. E. Dugan, E. Okine, and A.T. McAllister. 2009. Effects of corn, wheat or triticale dry distiller's grains with solubles on in vitro fermentation, growth performance and carcass traits of lambs. *Can. J. Anim. Sci.* 90:99-108.
- SAS. 1999. User's Guide: Statics. SAS Institute. Cary, North Carolina. USA.
- Schauer, C. S., M. Stamm, D. M. Stecher, T. D. Maddock, and P. B. Berg. 2008. Feeding of DDGS in lamb rations. *Sheep & Goat Research* 23:15-19.
- Steel, D. G. y H. J. Torrie. 1988. Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2ª Edición de McGraw-Hill. México D.F. 622 p.
- SIAP. 2009. Sistema integral de Información Agroalimentaria y Pesquera. Resumen Nacional Producción Pecuaria. SAGARPA.
- Tjardes, J. and C. Wright. 2002. Feeding corn distiller's co-products for beef cattle. South Dakota State University Extra Extension. Publication Ex Ex-2036. Department of Animal and Range Sciences.
- Wang, Z., S. Cerrate, C. Coto, F. Yan, and P. W. Waldroup. 2007. Use of constant or increasing levels of distillers dried grains with soluble (DDGS) in broiler diets. *Int. J. Poult. Sci.* 6(7):501-507.
- Whitney, T. R., and K. W. Braden. 2010. Substituting corn dried distillers grains of cottonseed meal in lamb finishing diets: carcass characteristics, meat fatty acid profiles and sensory panel traits. *Sheep & Goat Research* 25:49-56.

SUPLEMENTACIÓN CON GRANOS DE CEREALES EN OVINOS RAMBOUILLET EN CONDICIONES DE PASTOREO

CEREAL GRAIN SUPPLEMENTATION IN RAMBOUILLET SHEEP UNDER CONDITIONS OF GRAZING

Rosa Elena Herrera Medina^{1*}, Marco Antonio Rivas Jacobo², Héctor Aarón Lee Rangel², Rosa Elena Santos Díaz² y Camelia Alejandra Herrera Corredor²

¹ Maestría en Producción Agropecuaria, Facultad de Agronomía y Veterinaria, UASLP. Km 14.5 de la Carretera San Luis Potosí-Matehuala, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. C.P. 78431. ² Profesor Investigador, Facultad de Agronomía y Veterinaria, UASLP.

*Correspondencia: rehm30@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la productividad de ovinos en engorda por efecto de la suplementación con granos de cereales en pastoreo. El trabajo se realizó en El Mezquital, Villa de Arriaga, S.L.P., ubicado a 22° 07' 17.50" LN y 101° 16' 17.90" LO a 2,169 msnm. Se utilizaron 23 corderos de la raza Rambouillet, 12 hembras y 11 machos con un peso de 25.5 ± 9 kg, mismos que fueron asignados bajo un diseño completamente al azar en cuatro tratamientos; (T1) Pastoreo, (T2) Pastoreo + 500 g de MS de maíz amarillo, (T3) Pastoreo + 500 g de MS de sorgo y (T4) Pastoreo + 500 g de MS de subproducto de cervecería (gabazo húmedo de cebada). La alimentación se basó en pastoreo de residuos de cosechas (*Zea mays* L. y *Avena sativa* L.) y áreas de pastizal mediano abierto. Diariamente se llevaron registros del consumo de suplemento y pesajes cada 15 días. El suplemento se suministró diariamente a las 5:00 pm durante 45 días. Las variables evaluadas fueron: Ganancia Diaria de Peso (GDP), Consumo Diario de Suplemento (CDS) y Relación Beneficio-Costo (B/C). El peso inicial como el sexo de los animales fueron asumidos como covariables, sin embargo el efecto de ambos factores sobre la variable de respuesta no fue significativo por lo cual no fueron considerados dentro del diseño experimental, que fue un completamente al azar. La GDP mostro diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, encontrando los valores más elevados para el T2, T3 y T4 con 144, 133.3 y 138.8 g, respectivamente. En cuanto al consumo de suplemento expresado como %PV, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos que contaban con suplementación, observándose el menor consumo para T4 (1.38%PV), esto debido al elevado porcentaje de humedad de este insumo. Adicionalmente, se realizó un análisis financiero para determinar la relación Beneficio-Costo (B/C) en cada tratamiento, encontrando el valor más alto para T4 (0.16), seguido de T1 con una B/C de 0.09, aun por encima del sorgo y maíz. Los resultados indican que al implementar programas de suplementación para ovinos en pastoreo con gabazo húmedo de cebada es posible alcanzar GDP similares a las obtenidas con maíz y sorgo; pero a menor costo, incrementando con esto la rentabilidad del sistema.

Palabras clave: Suplementación, ganancia de peso, consumo, rentabilidad.

ABSTRACT

Cereal grain supplementation was evaluated on the productivity of fattening sheep grazing. The work was done in El Mezquital, Villa de Arriaga, SLP, located at 22 ° 07 '17.50" LN and 101 ° 16' 17.90" LO to 2,169 m of altitude. We used 23 Rambouillet lambs, 12 females and 11 males with a weight of $25.5 + 9$ kg, which were allocated under a completely randomized design in four treatments; (T1) Grazing, (T2) Grazing + 500 g MS yellow corn, (T3) Grazing + 500 g DM of sorghum and (T4) Grazing + 500 g DM brewery by-product (wet brewers grain). Feeding was based

on crop residues (*Zea mays* L. and *Avena sativa* L.) and short grass rangeland areas. Daily records of supplement intake and weight measurements every 15 days were kept. The supplement was provided daily at 5:00 pm for 45 days. The variables evaluated were: Daily Gain Weight (DGW), Daily Supplement Intake (DSI) and Benefit-Cost Ratio (B / C). The initial weight and sex of the animals were taken as covariates, however the effect of both factors on the response variable was not significant and therefore were not considered in the completely randomized design. The DGW showed significant differences ($P < 0.05$) between treatments, the highest values for T2, T3 and T4 with 144, 133.3 and 138.8 g, respectively. Regarding the supplement intake expressed as % of BW, significant differences were found between the treatments with supplementation, lower consumption observed for T4 (1.38% BW), this due to the high moisture content of this supplement. Additionally, we performed a financial analysis to determine the benefit-cost ratio (B / C) in each treatment, finding the highest value for T4 (0.16), followed by T1 with a B / C of 0.09, even above the sorghum and corn. The results indicate that implementing supplementation programs for sheep grazing with wet brewers grain is possible to achieve DGW similar to those obtained with corn and sorghum, but at a lower cost, increasing the profitability of this system.

Keywords: Supplementation, weight gain, intake, profitability.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el principal objetivo de la cría ovina es la producción de carne para consumo humano. Durante el 2012 México produjo alrededor de 57,692 ton de carne en canal (SIAP, 2013). A pesar de esto, la producción ovina aún es deficitaria. Las fluctuaciones estacionales en la disponibilidad y calidad del forraje en los pastizales han sido reconocidas como una de las principales causas de estrés nutricional que limita la producción animal (Kawas y Huston, 1990). La suplementación energética es una estrategia que permite incrementar el consumo de energía del animal, logrando mantener los niveles de producción deseados o reducir al mínimo las pérdidas (Mahgoub *et al.*, 2000). El grano de maíz es el concentrado energético por excelencia, sin embargo, cada vez más los mercados internacionales exigen que sea destinado al consumo humano y últimamente se ha diversificado su industrialización para otros usos, básicamente biocombustibles (Gallardo, 2011); ambos factores han provocado un aumento en la demanda de este insumo y por consecuencia en su costo. En este contexto, se requiere encontrar alternativas para reemplazar el maíz. Los subproductos son una alternativa que ha despertado gran interés durante los últimos años. En específico, el gabazo húmedo de cebada ha sido calificado como un complemento adecuado para la alimentación de rumiantes debido a la concentración de proteína y su alta cantidad de fibra que estimula el buen funcionamiento del rumen (Westendorf y Wohlt, 2002). Sin embargo, asociado a cada subproducto existe cierta variación en cuanto a su composición química; tanto el control de calidad como la disponibilidad de estos, deben ser considerados antes de su uso. Por lo tanto el objetivo del presente estudio es comparar su uso contra otros suplementos convencionales para determinar si es apropiado para ser suministrado al ganado en pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en El Mezquital, Villa de Arriaga, San Luis Potosí, México, ubicado a 22° 07' 17.50" LN y 101° 16' 17.90" LO a 2,169 msnm. El clima es semi seco templado, con una temperatura media anual de 16.2°C y una precipitación media anual de 394.3 mm (INAFED, 2013). Se utilizaron 23 corderos de la raza Rambouillet (12 hembras y 11 machos) con un peso vivo (PV) 25.5 ± 9 kg. La fase experimental tuvo una duración de 45 días, con un periodo de adaptación al suplemento de 15 días. Al inicio del experimento los corderos fueron identificados, pesados y distribuidos al azar en cada uno de los tratamientos. Los corderos fueron desparasitados y vitaminados (Vermifin ADE Boehringer Ingelheim®) durante los primeros días del periodo de adaptación. Los tratamientos consistieron en: (T1) Pastoreo, (T2) Pastoreo + 500 g de MS de maíz amarillo, (T3) Pastoreo + 500 g de MS de sorgo y (T4) Pastoreo + 500 g de MS de subproducto de

cervecería (gabazo húmedo de cebada). Las variables evaluadas fueron Ganancia Diaria de Peso (GDP), Consumo Diario de Suplemento (CDS), y relación beneficio-costo (B/C). El experimento se desarrolló durante los meses de febrero y marzo, aprovechando las áreas de cultivo provistas con residuos de cosechas (*Zea mays* L. y *Avena sativa* L.), al igual que las áreas de pastizal natural cercanas a las zonas de cultivo, la cual se ha caracterizado como un pastizal mediano abierto (COTECOCA, 1974). Los animales pastorearon por periodos de 5 hrs (8:00 – 13:00) y por la tarde (17:00 hrs) se le proporcionó el suplemento correspondiente a cada tratamiento en forma individual, sujetos a un poste y en comederos individuales. Por la noche el alimento rechazado fue retirado de los comederos y se pesó en una báscula granataria. El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con diferente número de repeticiones; a los tratamientos 1, 2 y 4 se les asignó 6 corderos combinando hembras y machos, mientras que el tratamiento 3 contaba únicamente con 5 animales. Los datos fueron analizados con un procedimiento GLM del SAS (SAS, 2004) y una prueba de Duncan para la comparación de medias. Tanto el peso inicial como el sexo de los animales fueron considerados covariables, pero al no mostrar significancia se eliminaron del diseño experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable GDP se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 1), donde los valores más altos fueron para los tratamientos T2, T3 y T4; mientras que la menor GDP fue observada para el tratamiento T1, mismo que no contaba con ningún tipo de suplementación. Resultados similares fueron reportados por Reyes (2006), quien observó que corderos en crecimiento bajo pastoreo y sin suplementación difícilmente tendrán ganancias superiores a 80 g/día. En cambio, los corderos que reciben 200 g/día de suplemento energético-proteico, logran incrementar hasta cuatro veces más su peso comparados con aquellos sin suplementación (20 g vs 80 g; Hernández, 2005). La GDP lograda en este estudio para los corderos que consumieron 500 g de suplemento (T2, T3 y T4) son menores a los reportados por Cabrera *et al.* (2007), quienes obtuvieron GDP de 274 g en ovinos en confinamiento ofreciendo 620 g de suplemento a base de maíz molido, sorgo, melaza y pasta de soya; mientras que la GDP obtenida en el T4 fue menor que la reportada por Pérez *et al.* (2006), quienes obtuvieron ganancias de peso promedio de 202 g/día, en ovinos Dorper/Katadhin en pastoreo ofreciendo 630 g de un suplemento elaborado a base de subproductos de cervecería (cebada) y harina de soya. En lo que respecta a CDS se encontraron diferencias significativas, siendo mayor para el T2 y T3 con 1.55 y 1.64 g, respectivamente; el menor CDS se observó para T4, debido al elevado contenido de humedad del bagazo de cebada que se ubica alrededor de un 74%. Los resultados de consumo para T4 son similares a lo reportado por Thomas *et al.* (2010), quienes mencionan que el consumo de bagazo húmedo de cebada para vacas adultas debe oscilar entre 0.78 y 1.31% de su PV.

Cuadro 1. Ganancia Diaria de Peso (GDP), Consumo de Suplemento (% PV) y Peso Final (kg).

Tratamientos	GDP (g)	Consumo de suplemento (%PV)
T1	50.0 ^a	0.0
T2	144.0 ^b	1.5 ^a
T3	133.3 ^b	1.6 ^a
T4	138.8 ^b	1.3 ^b
Media	116.5	1.5

^{a,b}. Letras diferentes por columna indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

La mayor B/C fue encontrada en el tratamiento T4 con un valor de 0.16; lo cual contrasta con el resto de los tratamientos que contaban con suplementación (T2 y T3), ya que a pesar de obtener GDP similares, los costos por concepto de alimentación son muy elevados. Contrariamente, el tratamiento T1 obtuvo una mejor B/C que T2 y T3, indicando que en ambos casos la

suplementación puede ser utilizada como una estrategia para mantener e incrementar la condición y el buen estado físico de los animales especialmente en épocas de estiaje, pero a costa de sacrificar cierto porcentaje de las utilidades del sistema.

Cuadro 2. Análisis Financiero por Indicadores de Ovinos en Periodo de Finalización Suplementados con Tres Tipos de Granos de Cereal.

	Tratamientos			
	T1 n=4	T2 n=2	T3 n=3	T4 n=3
Costo de suplemento, \$/kg	0.00	5.90	4.90	1.00
Precio de venta, \$/kg PV			31.00	
Costo de la alimentación, \$	0.0	863.7	585.4	342.53
Valor de la Ganancia de Peso Total, \$	418.5	1209.0	930.0	1162.50
Valor de la producción, \$	4789.5	6277.5	5068.5	5797.00
Costo de la producción, \$	4371.0	5932.2	4723.9	4977.00
B/C	0.1	0.05	0.1	0.16

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que los subproductos de cervecería (gabazo húmedo de cebada) son una excelente opción para la suplementación de ovinos en pastoreo, ya que a través de su utilización es posible obtener GDP similares a las obtenidas con otros suplementos energéticos comúnmente utilizados por los productores, como es el caso del maíz y el sorgo, pero disminuyendo los costos de alimentación y por lo tanto obteniendo mayores ganancias.

LITERATURA CITADA

- Cabrera NA, Rojas MP, Daniel RAI, Serrano S y López OM (2007) Influencia de la suplementación sobre la ganancia de peso y calidad de la canal en borregos Dorper/Katahdin. *Rev. UDO Agrícola*. 7(1): 245-251.
- Gallardo M (2011) Concentrados y subproductos para la alimentación de rumiantes. XXI Curso Internacional de Lechería para Profesionales de América Latina. [En línea] disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy> (Revisado el 11/07/2013).
- Hernández MA, Estrada RP y Torres TI (2005) Efecto de la proteína en la canal ovina. *Memorias del III Simposio sobre Rumiantes*. Guadalajara, Jalisco México. pp 78-89.
- INAFED (2013) Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de San Luis Potosí, Villa de Arriaga. [En línea] disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/> (Revisado el 18/02/2013).
- Kawas JR and Huston JE (1990) Nutrients of Hair Sheep in Tropical and Subtropical Regions. In: *Hair Sheep Production in Tropical and Subtropical Regions*. Chapter 4. Small Ruminant-Collaborative Research Support Program US-AID.
- Pérez RH, Zavaleta RE y Castro GO (2006) Ganancia de peso en ovinos Dorper bajo un sistema de pastoreo con suplementación ofrecida a diferentes horas del día. Tesis de Maestría. *Nutrición Animal*. Universidad Autónoma de México (UNAM). México, D.F. pp 22-31.
- Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2013) Lugar que ocupan los estados por producto, producción, precio, valor, animales sacrificados y peso de carne en canal y población ganadera, avícola y apícola. [En línea] disponible en: <http://www.siap.gob.mx/> (Revisado el 18/02/2013).
- Thomas M, Hersom M, Thrift T and Yelich J (2010) Wet brewers grains for beef cattle. *Animal Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences*. University of Florida.
- Westendorf ML and Wohlt JE (2002) Brewing by-products: Their use as animal feeds. *VCNA: Food Animal Practice*. 18(2): 233-252.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRITIVA Y DEGRADABILIDAD DE UN SISTEMA DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO SOBRE UNA CAMA DE RASTROJO MOLIDO (TAPETE MÁGICO).

Carlos U. Häubi-Segura¹, Samuel Mora-Andrade, Andrés Luévano-Méndez, José M. Caballero-Vázquez, Luis F. de Luna-Meza, Uriel E. Pérez-Álvarez, Abraham Díaz-Romo.

Depto. Disciplinas Pecuarias, Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Km 3 Carr. a la Posta, Jesús María, Aguascalientes. ¹ drhaubi@yahoo.com

RESUMEN

Los sistemas de producción de forraje verde (FVH) han sido utilizados para suplementar la alimentación de ganado en pastoreo o estabulado bajo la premisa de que el proceso de germinación incrementa la calidad y cantidad de nutrientes disponibles para los animales. Asimismo, la germinación podría actuar sobre la estructura de la pared celular mejorando la digestibilidad de un esquilmo agrícola utilizado como cama para el FVH. Para probar esto se estableció un sistema de germinación de trigo en una cama de rastrojo de maíz (técnica "Tapete Mágico" del Dr José Manuel Berruecos de la FMVZ-UNAM). Se midió el desarrollo y peso en base húmeda y de materia seca de las plántulas y radículas así como del rastrojo de maíz durante 14 días. Se realizaron análisis bromatológicos (AQP y Van Soest) de las muestras cada 4 días, observándose una clara pérdida de materia seca (MS) y nutrientes (PC, TND, ED, EM) durante el proceso de germinación. La digestibilidad *in situ* de la materia seca (técnica de la bolsa de nylon, Mehrez & Orskov, 1977; ajustado por modelo de regresión no lineal Orskov & McDonald, 1979) mostró que el Grano germinado tuvo la mayor digestibilidad ($A=43.35$, $B=25.97$, $C=0.0442h^{-1}$), mientras que el Rastrojo Tapete tuvo la más baja ($A=15.90$, $B=36.24$, $C=0.0253h^{-1}$) y la mezcla tuvo valores intermedios ($A=28.55$, $B=26.41$, $C=0.0372h^{-1}$). Sorpresivamente, el rastrojo control tuvo mejores valores ($A=14.62$, $B=46.19$, $C=0.0366h^{-1}$) que el rastrojo del tapete. En conclusión, los FVH pierden MS, nutrientes y energía disponible para el animal, contrariamente a las recomendaciones de los promotores de FVH.

Palabras clave: Forraje verde hidropónico, esquilmo agrícola, germinación, degradabilidad materia seca.

INTRODUCCIÓN

Aun cuando los rumiantes tienen la capacidad de convertir forrajes toscos, de bajo valor nutricional, en productos de alto valor nutricional para el hombre, la cantidad y calidad de los recursos forrajeros disponibles en animales en pastoreo no es constante durante todo el año. Como posible solución se han desarrollado sistemas de producción de forrajes intensificados, que permitan suplementar a los animales y reducir pérdidas de peso y capacidad reproductiva. Una de estas técnicas son los *forrajes verdes hidropónicos* (FVH), que son una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El FVH o "*green fodder hydroponics*" en un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal (FAO, 2001).

Un avance sobre los FVH sería el uso de una cama de esquilmo agrícola, como el rastrojo de maíz, que sirviera como un forraje adicional para el ganado. El “*Tapete Mágico*” (TM) es un sistema de FVH que supuestamente aprovecha el proceso bioquímico derivado de la germinación de las semillas y que rompe los enlaces lignocelulósicos de las paredes vegetales del esquilmo utilizado como cama, incrementando tanto la digestibilidad de los granos como de la cama. Esto permitiría a los pequeños productores de ganado en pastoreo y/o en áreas marginadas establecer un sistema de producción de FVH a pequeña escala, como suplemento para las épocas de estiaje. El objetivo de este proyecto fue, pues, evaluar la pertinencia científica de dicha propuesta, analizando el valor nutritivo y la digestibilidad del rastrojo de maíz utilizado como sustrato durante el proceso de germinación de granos de cereales para ver si es productiva- y económicamente viable para los pequeños productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar este proyecto se construyeron 14 cajones de germinación de 25x25cms en dos series o “rieles” de germinación, en los cuales se sembró grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) en un sustrato de rastrojo de maíz molido (*Zea mays* L.). Los granos fueron humedecidos durante 24 horas en una solución desinfectante (ácido hipocloroso, HClO al 0.1%, Vetoxzyn®, Soluciones Activadas, Aguascalientes, México.) para luego sembrarse en una relación de peso 1:1 con el rastrojo de maíz (300g de semilla y 300g de rastrojo de maíz) en bolsas de plástico negro que se adaptan perfectamente a los cajones de germinación. Se regaron los cajones con agua de grifo y solución desinfectante al 10% de forma diaria para mantener un nivel de humedad óptimo durante todo el período de crecimiento (200-400 ml/d). Al 5° día se fertilizó con una solución de triple-17 al 1%. En los días 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, y 14 se cosecharon dos cajones de Tapete Mágico de cada riel, los cuales se pesaron para obtener el nivel de producción de forraje verde y de materia seca producida. De cada cajón se tomó una submuestra de 20 plántulas para medir el peso y talla de la radícula y la plántula. Los tapetes se dividieron luego en cuatro partes iguales, de las cuales se obtuvieron las muestras de grano germinado (equivalente a FVH), rastrojo de maíz y la mezcla de ambos. Todas las muestras fueron pesadas en verde, y desecadas a 60°C durante 48 horas hasta alcanzar un peso de materia seca parcial. Las muestras fueron molidas hasta pasar por una criba de 2mm y se guardaron para posteriores determinaciones.

Se realizaron las técnicas del Análisis Químico Proximal (AQP: Hum, MS, PC, FC, EE, Cen, ELN) según la AOAC (2010) en el Laboratorio de Nutrición Animal (LNA) de la UAA, Aguascalientes, AGS. El análisis de los componentes de la pared celular (FDN, FDA y Lignina) se llevó a cabo según la metodología de Van Soest *et al.* (1991) utilizando un equipo de digestión de fibras ANKOM Fiber Digestor (ANKOM Technologies, Macedon, NY). El cálculo de energía se realizó a partir del Total de Nutrientes Digestibles (TND), según el NRC de ovinos de 1985.

Se realizó la degradabilidad *in situ* según la técnica de la bolsa de Nylon (Mehrez y Ørskov, 1977) con tiempos de permanencia en el rumen de 0, 6, 12, 18, 24, 36, 48, 72 y 96 horas. Se utilizaron las muestras del tapete mágico de 14 días de germinado y sus respectivos controles: Grano germinado del Tapete (GT), Grano Control (GC), Rastrojo del Tapete (RT), Rastrojo Control (RC) y la mezcla de grano y rastrojo del Tapete Mágico (TM). Se utilizaron dos vacas fistuladas de raza Holstein con dieta de vacas secas y a cada una se metieron dos bolsas por cada tratamiento y cada tiempo (n=4). Las bolsas retiradas fueron lavadas a mano y secadas a 60°C por 24 horas. Los resultados se ajustaron al modelo de Orskov & McDonald (1979): $y = A + B*(1-\exp(-c*t))$, donde y es la cantidad de alimento digerido; A es la fracción soluble; B es la fracción no soluble pero digestible y c es la tasa de degradabilidad expresada en % h⁻¹ y t es el tiempo de digestión. Los valores bromatológicos y de degradabilidad, así como los parámetros de la curvas fueron sometidos a análisis estadístico de varianza (ANOVA) utilizando el programa Statgraphics

Centurion XV® (Statpoint Technologies Inc., Warrenton, VA), realizándose pruebas de comparación de medias (Tukey HSD, $P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La literatura comercial promueve que los forrajes verdes hidropónicos (FVH) incrementan hasta 5 veces la cantidad alimento para el ganado. En el caso del Tapete Mágico, que inició con 300g de grano y 300g rastrojo de maíz (peso inicial de 600g BH), incrementó a 2808 g a los 14 días de germinación. Sin embargo, al analizar la materia seca de cada componente del TM se observó que el incremento en peso se debió primordialmente a la absorción del agua de riego, lo cual incrementa el peso en *Base Húmeda*, pero se reduce fuertemente el porcentaje de *Materia Seca* y por lo tanto hay una disminución importante del total de materia seca disponible para el ganado (Figura 1).

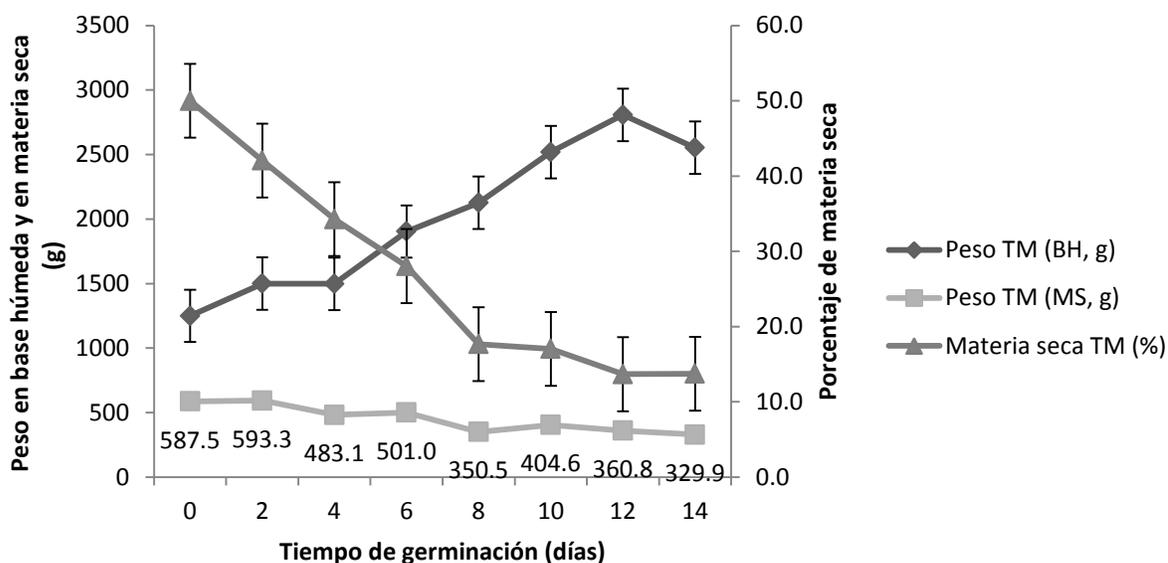


Figura 1. Crecimiento de grano de trigo germinado sobre un sustrato rastrojo de maíz (Tapete Mágico, TM). Los datos presentan el peso total de las bolsas de germinación (base húmeda, BH), el peso de la materia seca y el total de materia seca. Barras de error = EEM.

Los análisis bromatológicos de los días 0, 2, 6, 10, 14 mostraron una reducción importante de la MS (de 587.5 a 329.9 g MS), especialmente de los carbohidratos rápidamente metabolizables (ELN) y de los lípidos (EE). Por el contrario, hubo incremento significativo en la proteína (PC), la fibra cruda (FC) y las cenizas, así como los componentes de la pared celular (FDN, FDA). El total de nutrientes digestibles (TND) también disminuyó, debido a la conversión de carbohidratos solubles en carbohidratos fibrosos (Figura 2).

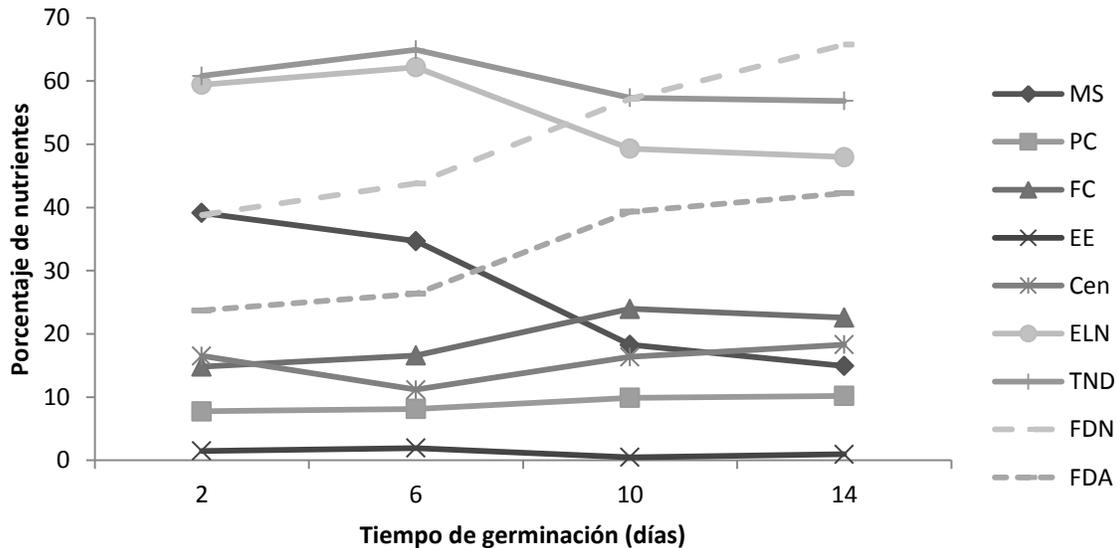


Figura 2. Cambio en la proporción de nutrientes del Tapete Mágico (mezcla de grano germinado con rastrojo de maíz, 1:1) durante el proceso de germinación

La PC del grano de trigo (10.32%PC) disminuyó inicialmente con la germinación (6.68% a los 2 días) pero incrementó después de la fertilización (10.99% a los 6d, 12.43% a 10d y 16.16% a 14d), al igual que la PC del TM (de 7.76 a 10.20% a 14d) y del rastrojo molido (3.65 a 5.25% a 14d), lo que sugiere que se puede incrementar la cantidad de PC a partir de nitrógeno-no-proteico, aunque no se realizó una determinación específica para analizar su digestibilidad verdadera. Por otro lado, la degradabilidad *in situ* del grano germinado y del rastrojo de maíz del TM mostró una *disminución* frente al grano y al rastrojo control, lo que indica que efectivamente hubo cambios en la estructura de éste, pero que no hubo mejoría en la degradabilidad del mismo. Los parámetros de degradabilidad A, B, C para el rastrojo control (14.62, 46.19, 0.366), grano germinado en TM (43.35, 25.97, 0.0442), mezcla TM (28.55, 26.41, 0.0372), y rastrojo del TM (15.90, 36.24, 0.0253) fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). El rastrojo TM tuvo menor degradabilidad que el rastrojo control, lo que indica que una parte del mismo fue degradado durante el proceso de germinación pero que no es disponible para los microorganismos del rumen. De la misma manera, el grano de trigo germinado perdió parte importante de su valor energético (calculado en 34% del TND) por lo que se reduce significativamente su valor nutritivo y económico. Los resultados sugieren que los sistemas de FVH son nutricionalmente y económicamente contraproducentes.

CONCLUSIONES

El "Tapete Mágico" fue ideado como un sistema de forraje verde hidropónico (FVH), con la diferencia en que la germinación de semillas se realiza en una cama de rastrojo de maíz, con el objetivo de incrementar la digestibilidad y valor nutricional de los mismos. Los promotores de la técnica de FVH, incluyendo la FAO, mencionan incrementos de hasta cinco veces la cantidad de alimento obtenido en base tal cual. Sin embargo, nuestros resultados en base materia seca muestran una *pérdida significativa* de la misma, debido a que el proceso de germinación tiene un alto costo metabólico para la plántula en crecimiento, lo que reduce de forma significativa la cantidad de energía y nutrientes disponibles, y por lo tanto, su valor económico. Por lo anterior, desde el punto de vista del contenido nutricional y de digestibilidad, se desaconseja el uso de los FVH en la alimentación del ganado. Otros beneficios que pudieran aportar los FVH no fueron analizados en esta investigación.

LITERATURA CITADA

- AOAC, (1990). *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. 1928 pp.
- FAO (2001). *Manual Técnico: Forraje Verde Hidropónico TCP/ECU/066 (A) "Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA."* Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. URL: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/field/009/ah472s/>
- Ørskov ER y McDonald I (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 92:499-503.
- Mehrez AZ y Ørskov ER (1977). A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 88:645-650.
- Van Soest PJ, Robertson JB y Lewis BA (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 473-481.

VALOR NUTRITIVO Y DIGESTIBILIDAD DEL FORRAJE DE AVENA EN EL ALTIPLANO DE TAMAULIPAS

NUTRITIVE VALUE AND DIGESTIBILITY OF FORAGE OF OAT IN HIGHLANDS TAMAULIPAS

Manuel de la Garza Caballero*¹, Rubén D. Garza Cedillo¹ y Martin A. Ibarra Hinojosa²

¹Campo Experimental Río Bravo-INIFAP y Facultad de Ingeniería y Ciencias-UAT
Km 61 carretera Matamoros-Reynosa y Centro Universitario Adolfo López Mateos
delagarza.manuel@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la fertilización sobre el valor nutritivo del forraje de avena en el altiplano de Tamaulipas. El estudio se llevó a cabo en el ciclo P-V 2010 en Miquihuana, Tam. Las variedades evaluadas fueron Cuauhtémoc, Turquesa y CEVAMEX, mientras que los tratamientos de fertilización fueron: 46-00-00 y sin fertilizar. El diseño experimental fue en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde la parcela grande fue la variedad de avena y la parcela chica la dosis de fertilización. La siembra se realizó en seco en junio de 2010, en surcos a 17.5 cm de separación, a una densidad de siembra de 100 kg ha⁻¹ de semilla. Se evaluó el contenido de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Los resultados indican que no hubo interacción entre variedades*fertilización ($P>0.05$) para FDN, FDA y DIVMS. Para el contenido de FDN, no se observaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los niveles de fertilización. Sin embargo, la concentración de FDN en las variedades de avena presentaron diferencias significativas ($P<0.05$), obteniéndose valores más altos en Cevamex (67.1%) y menores en Cuauhtémoc y Turquesa (63.0 y 61.4%, respectivamente). El contenido de FDA presentó diferencias significativas ($P<0.05$) entre variedades, con mayor contenido en Cevamex y Cuauhtémoc (36.53 y 36.11%, respectivamente) y menor en Turquesa (33.77%). Por otro lado, la fertilización afectó el contenido de FDA, obteniéndose un menor contenido porcentual (34.59%) en comparación al testigo (36.35%). En DIVMS no se observaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los niveles de fertilización y variedades de avena. El contenido de FDN y FDA fue influenciado por la variedad de avena, con menores contenidos en Turquesa y Cuauhtémoc. Se concluye que las variedades Turquesa y Cuauhtémoc representan una alternativa forrajera para mejorar la alimentación animal en el altiplano de Tamaulipas.

Palabras clave: Avena forrajera, variedad, materia seca, valor nutritivo.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of fertilization on the nutritive value of oats in the highlands of Tamaulipas. The study was conducted in 2010 in Miquihuana in spring-summer cycle, Tam. The varieties tested were Cuauhtémoc, Turquesa and CEVAMEX, while fertilization treatments were: 46-00-00 and unfertilized. The experimental design was a randomized block design with split plot arrangement, where the main plot was the variety of subplots oats and fertilization rate. Planting date was dry in June 2010, in rows 17.5 cm apart, at a seed rate of 100 kg ha⁻¹ seed. Evaluated the neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and *in vitro* digestibility of dry matter (IVDMD). The results indicate that there was no interaction between varieties*fertilization ($P> 0.05$) for NDF, ADF and IVDMD. For NDF content, no significant differences ($P> 0.05$) between levels of fertilization. However, the concentration of NDF in oat varieties differ significantly ($P <0.05$), obtaining higher values in CEVAMEX (67.1%) and lowest in Cuauhtemoc and Turquesa (63.0 and 61.4%, respectively). The ADF content differed significantly

($P < 0.05$) between varieties, with higher content CEVAMEX and Cuauhtemoc (36.53 and 36.11%, respectively) and lowest in Turquesa (33.77%). On the other hand, affect fertilization ADF content, obtaining lower percentage content (34.59%) compared to the control (36.35%). In DIVMS no significant differences ($P > 0.05$) between fertilizer levels and varieties of oats. The NDF and ADF content was influenced by the variety of oats, with lower contents in Turquesa and Cuauhtemoc. We conclude that varieties Cuauhtémoc Turquesa and represent an alternative forage to improve animal nutrition in the highlands of Tamaulipas.

Keywords: Oat forage, variety, dry matter, nutritive value.

INTRODUCCIÓN

Los cereales son populares como forrajes anuales en las grandes planicies del norte de México, donde la avena (*Avena sativa* L.) se encuentra entre las especies de mayor importancia como cultivos forrajeros anuales en las zonas templadas y en los sistemas bajo riego de la región árida-semiárida del norte de México (Colín *et al.*, 2009). En los sistemas de producción animal de clima templado, la falta de forraje en invierno constituye uno de los problemas más serios que deben enfrentar los ganaderos. Aunado a las bajas temperaturas que provocan un descenso en las tasas de crecimiento de las praderas perennes, de modo que estas tasas en invierno son por lo regular un 50% inferior a las que se presentan en primavera-verano (Vargas, 1995). Los productores recurren al uso de forrajes cultivados en condiciones de temporal, lo que es de gran ayuda para suplementar al ganado en época de sequía (Sánchez *et al.*, 2011). Otros ganaderos utilizan la inclusión de cultivos forrajeros de pastoreo bajo un esquema de rotación con praderas, las cuales constituye una de las vías más económicas para solucionar el déficit invernal de forrajes (Payan y Chávez, 1992).

Un factor determinante en la productividad animal es la calidad de los forrajes, la cual es resultante de factores y esto depende principalmente de la planta, así como de la composición química y la digestibilidad de la materia seca, además de factores de la interacción entre el animal y el recurso forrajero, tales como el consumo voluntario y la eficiencia con que el rumiante utiliza la energía ingerida. En el caso de las especies forrajeras existen diferencias notables en la composición química y su digestibilidad, hecho atribuible a la variación existente en las características estructurales de la planta, dentro y entre especies (Coblentz *et al.*, 2012). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de la fertilización sobre el valor nutritivo del forraje de avena en el altiplano de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el ciclo P-V 2010 en el ejido el Aserradero, ubicado en el municipio de Miquihuana, Tamaulipas (23° 41' LN y 99° 44' LO y 2,455 msnm), donde el clima es templado, con precipitación anual de 500 a 700 mm, con una temperatura mínima de -4°C y máxima de 26°C. La siembra se realizó en seco el 13 junio de 2010, bajo condiciones de temporal, con una sembradora triguera en surcos a 17.5 cm de separación, a una densidad de siembra de 100 kg ha⁻¹ de semilla. Se evaluaron las variedades de avena: Cuauhtémoc, Turquesa y CEVAMEX, con fertilización 46-00-00 aplicada al momento de la siembra y sin fertilización. La unidad experimental fue de 600 m². El diseño experimental fue en bloques al azar con seis repeticiones y arreglo en parcelas divididas, donde la parcela grande fue la variedad de avena y la parcela chica la dosis de fertilización.

Una vez establecidas las parcelas, se tomaron seis muestras de forraje de 1 m² cada una, en la etapa de madurez, a una altura aproximada de 2 cm sobre la superficie del suelo. Se pesó el forraje fresco y se tomó una submuestra de 250 g, secándose en estufa eléctrica de aire forzado a 60°C por 72 h, para luego ser molidas utilizando una malla de 0.01 mm. Posteriormente en el Laboratorio de Nutricional Animal de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad

Autónoma de Tamaulipas, se determinaron los contenidos de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), mediante la técnica descrita por Van Soest *et al.* (1991) y la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) mediante el procedimiento propuesto por Tilley y Terry (1963). La información obtenida fue analizada con el programa SAS (SAS, 1998) y la comparación de medias con la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis estadísticos indican que no hubo interacción entre variedades*fertilización ($P > 0.05$) para FDN, FDA y DIVMS. Para el contenido de FDN, no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los niveles de fertilización (Cuadro 1). Sin embargo, la concentración de FDN en las variedades de avena presentó diferencias significativas ($P < 0.05$), obteniéndose valores más altos en Cevamex (67.1%) y menores en Cuauhtémoc y Turquesa (63.0 y 61.4%, respectivamente), lo cual es importante ya que bajos niveles de FDN están asociados con alto consumo de forrajes por los rumiantes.

Cuadro 1. Contenido de Fibra Detergente Neutra (%MS) en variedades de avena forrajera en el Altiplano de Tamaulipas.

Variedad	Sin Fertilizar	46-00-00	Promedio*
Cevamex	70.32±3.36	63.86±1.44	67.1±4.20 a
Cuauhtémoc	62.84±3.90	63.10±3.49	63.0±3.43 b
Turquesa	61.13±1.48	61.72±1.04	61.4±1.22 b
Promedio**	64.80±5.02 a	62.90±2.24 a	

*Valores con distinta literal entre columnas son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$); ** Valores con distinta literal entre hileras son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$); coeficiente de variación: 4.22%

El contenido de FDA (Cuadro 2) presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre variedades, con mayor contenido porcentual de FDA en Cevamex y Cuauhtémoc (36.53 y 36.11%, respectivamente) y menor en Turquesa (33.77%). Por otro lado, la fertilización afectó el contenido de FDA, obteniéndose un menor contenido porcentual (34.59%) en comparación al testigo (36.35%). Los resultados obtenidos por Malhi *et al.* (2006) y Coblenz *et al.* (2000), señalan que a medida que la planta de avena se acerca a madurez tanto las concentraciones de FDA y FDN tienden a incrementarse.

Cuadro 2. Contenido de Fibra Detergente Ácida (% MS) en variedades de avena forrajera en el Altiplano de Tamaulipas.

Variedad	Sin Fertilizar	46-00-00	Promedio*
Cevamex	36.54±0.57	36.52±1.21	36.53±0.87 a
Cuauhtémoc	38.27±1.97	33.96±1.83	36.11±2.90 a
Turquesa	34.24±1.29	33.30±0.85	33.77±1.13 b
Promedio**	36.35±2.13 a	34.59±1.90 b	

*Valores con distinta literal entre columnas son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$); ** Valores con distinta literal entre hileras son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$); coeficiente de variación: 2.76%

Para la Digestibilidad *in vitro* de la materia seca, no se observaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los niveles de fertilización y variedades de avena (Cuadro 3), lo cual se ha observado al cosechar la avena en etapa de madurez, ya que produce un heno que por su alto contenido de FDN y FDA presentes en la fracción follaje (hojas, tallos y raquis) limitan el consumo y la digestibilidad.

Cuadro 3. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) en variedades de avena forrajera en el altiplano de Tamaulipas.

Variedad	Sin Fertilizar	46-00-00	Promedio*
Cevamex	40.20±3.76	37.84±2.30	39.02±3.15 a
Cuauhtémoc	34.94±1.32	37.73±2.87	36.33±2.55 a
Turquesa	37.26±3.98	41.17±4.01	39.21±4.25 a
Promedio**	37.46±3.70 a	38.91±3.29 a	

*Valores con distinta literal entre columnas son estadísticamente diferentes ($P<0.05$); ** Valores con distinta literal entre hileras son estadísticamente diferentes ($P<0.05$); coeficiente de variación: 8.73%

CONCLUSIONES

La fertilización en avena no influyó en el contenido de FDN y DIVMS; sin embargo, se observó un efecto negativo sobre el contenido de FDA. El contenido de FDN y FDA fue influenciado por la variedad de avena, con menores contenidos en la variedad Turquesa y Cuauhtémoc. Mientras que los valores de DIVMS no fueron influenciados por las variedades de avena. Por lo anterior, las variedades Turquesa y Cuauhtémoc representan una alternativa forrajera para mejorar la alimentación animal en el altiplano de Tamaulipas.

LITERATURA CITADA

- Coblentz, W. K., K. P. Coffey, J. E. Turner, D. A. Scarbrough, J. S. Weyers, K. F. Harrison, Z. B. Johnson, L. B. Daniels, C. F. Rosenkrans, Jr., D. W. Kellogg and D. S. Hubbell. 2000. Effect of maturity on degradation kinetics of sod-seeded cereal grain forage grown in Northern Arkansas. *J. Dairy Sci.* 83:2499-2511.
- Coblentz, W. K., Bertram M. G., Martin N. P. and Berzaghi P. 2012. Planting Date Effects on the Nutritive Value of Fall-Grown Oat Cultivars. *Agronomy Journal* 104:312-323.
- Colín, R. M. Zamora V. V. M., Torres T. M. A. y Jaramillo S. M. A. 2009. Producción y valor nutritivo de genotipos imberbes de cebada forrajera en la Región Lagunera de México. *Técnica Pecuaria México* 47(1):27-40.
- Payan, G.J. y Chávez S.N. 1992. Determinación del rendimiento de diferentes variedades de avena forrajera para corte o pastoreo en Delicias, Chih. *Memorias de las Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Chihuahua. Chih.* pp:19.
- SAS Institute. 1998. SAS user's guide. 8th ed. SAS Inst., Cary, NC.
- Tilley, J. M. A., and Terry R. A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassland Soc.* 18:104-111.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74(10):3583:3597.
- Vargas, C. S.A. 1995. Engorda de becerros de la raza Holstein bajo pastoreo en una pradera asociada de gramínea (*Dactylis glomerata* L. var. Potomac) y leguminosa (*Medicago sativa* L. var. Valenciana) en Chapingo, México. Tesis profesional Ingeniero Agrónomo, UACH. Chapingo. 61 p.

VALOR NUTRITIVO DE DIFERENTES PASTOS EN UN SITIO DE BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO EN EL SUR DEL ESTADO DE ZACATECAS

NUTRITIONAL VALUES OF DIFFERENT GRASS IN A TROPICAL DECIDUOUS FOREST IN THE SOUTH FROM THE STATE OF ZACATECAS, MX.

Rubio AFA¹ y Sánchez G.R.A.²

¹y² Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Correo: rubio.francisco@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue conocer la calidad nutricional de cuatro pastos introducidos vs. el estrato herbáceo de pastos nativos, en un bosque tropical seco caducifolio en el mpio. de T. García de la Cadena, Zac., México. Los pastos (tratamientos) fueron: T1: Llanero; T2: Rhodes; T3: Guinea cv. Tanzania; T4: Buffel cv. Nueces; T5: pastos nativos con rotura de suelo y pastoreo rotacional y T6: pastos nativos con rotura de suelo y pastoreo continuo. El estrato herbáceo nativo estuvo compuesto por los géneros: *Paspalum* spp, *Bouteloua* spp., *Setaria* spp., y *Aristida* spp. La recolección de muestras fue el 28 de octubre del 2010 y los análisis químicos fueron realizados del 11 al 20 de octubre 2011 en el laboratorio de ALCODESA, en Delicias, Chih. Las variables fueron: Materia seca (%), Cenizas (%), Digestibilidad enzimática dCs (%); Digestibilidad de la materia orgánica DMO (%); Energía: E.N. lactancia y E.N. mantenimiento (Mcal/kg M.S.); Energía neta para la ganancia de peso (Mcal/kg M.S.); Energía metabolizable (Mcal/kg M.S.); Grasa cruda (%); Energía rápida (%); Azúcares totales (%); Carbohidratos no fibrosos CNF (%); Fibras: Fibra detergente neutra FND (%); Fibra ácido detergente FAD (%); Fibra cruda (%); Proteínas: Proteína cruda (%); Proteína degradable (% de P.C.); Proteína no degradable (% de P.C.); Proteína soluble (%); Proteína digestible intestinal nitrogenada PDIN (%); Proteína digestible intestinal energética PDIE (%); Proteína digestible intestinal alimentaria PDIA (%); y los minerales Calcio (Ca) y Fósforo (P) en %. Los datos fueron sometidos a un ANVA bajo un diseño experimental completamente al azar, con repeticiones, la comparación fue con la prueba DMS al 0.01%. Los resultados muestran diferencias ($p \leq 0.01$) entre tratamientos para la mayoría de las variables. En relación a la Energía neta para la ganancia de peso, el mayor valor lo obtuvo el T1 con 0.50 Mcal/kg M.S., y el menor valor el T6; en cuanto a los CNF, el T5 obtuvo el mayor valor con 17.1%, mientras que el T2 obtuvo el valor más bajo con 11.6%; en base a la FDA, el valor mayor fue para el T1 con 46.4%, mientras que el valor más bajo fue para el T6 con 39.6%; en base a la PDIA el mayor valor fue para el T5 con 1.5%, mientras que el valor más bajo fue para el T1 con 1.07%; en cuanto al P el valor mayor lo obtuvo el T2 con 0.09% y el valor más bajo el T6 con 0.03%. Se concluye que los pastos introducidos tienden a ser de menor calidad que el estrato herbáceo nativo bien manejado. Ningún pasto llenó los requerimientos de fósforo.

Palabras clave: Pastos, digestibilidad, energía, proteína.

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FORRAJE DE LEGUMINOSAS EN EL SUR DE JALISCO, MÉXICO.

PRODUCTION AND QUALITY OF FORAGE LEGUMES IN THE SOUTH OF JALISCO MEXICO

González SA^{1*}, Arias ChLE², Yáñez MA¹, Silva LM¹, González ELA³,
Eguiarte VJA³, Vega LMA² y Rodríguez RR¹.

¹CIRPAC-C.E. Tecomán, INIFAP, ²CIRPAC-C.E. Centro Altos de Jalisco, INIFAP, ³Consultores
privados. sotelo.alfredo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se evaluaron once materiales de leguminosas de los géneros *Pisum*, *Cicer*, *Vicia*, *Lathyrus* y *Glycine*, con el objetivo de determinar la producción de forraje y su contenido nutricional en el Sur de Jalisco, México. Los trabajos de campo se realizaron en el predio "La Huizachera", Mpio. de Cd. Guzmán, Jal., con coordenadas 19° 44' 48" de latitud norte y 103° 27' 37" de longitud oeste, a una altitud de 1513 msnm. El clima es semi-seco, con precipitación anual de 800 mm y temperatura media de 20.1 °C. La siembra se realizó en la tercera semana de Junio, surcando a 30 cm. La densidad de siembra fue de 40 kg de semilla/ha y se realizó control químico en postemergencia de maleza. Se aplicó fertilizante químico en dosis anual de 50-50-50. La cosecha se efectuó al inicio de la floración. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar, con tres repeticiones y el análisis de varianza con el paquete computacional de Statgraphics Plus 4.0 y prueba de medias de (Tukey, P<0.05). Las Soyas sobresalieron en la altura (AL), producción de forraje verde (FV) y materia seca (MS) al resto de las leguminosas del estudio, con valores de 88.7 cm de altura, 43.0 t ha⁻¹ de forraje verde y 16.2 t ha⁻¹ de materia seca para la variedad Cajeme. Los mayores contenidos de proteína cruda (PC) fueron de 18.7% (*Vicia Mexicana*) y de digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) fue de 58.9% (*Vicia dasycarpa*). Se concluye que las Soyas son una alternativa para la producción de forraje de alta calidad en los sistemas de lechería familiar de la región templada del Sur de Jalisco.

Palabras clave: Materia seca, calidad, lechería, templado

INTRODUCCIÓN

En México, se espera una tasa media de crecimiento de producción de leche fluida de 4.0% en un corto plazo, para sobrepasar los 10,912 millones de litros anuales en la producción nacional (SAGARPA, 2011). Para esto, es necesario fortalecer factores clave para la competitividad del sector, tal es el caso de la integración en la cadena de valor a productores pequeños y medianos para satisfacer las necesidades del consumidor. Una alternativa de corto plazo para la lechería familiar, es mejorar y diversificar los recursos forrajeros con el objeto de abatir los altos costos de producción por concepto de alimentación, específicamente por la importación de granos e ingredientes para la formulación de concentrados y al igual reducir la fuerte dependencia de la alfalfa, leguminosa demandante de altos volúmenes de agua (Reta *et al*, 2010). En las regiones templadas del país existe escasez de alimento para el ganado por eso surge la necesidad de evaluar el comportamiento de opciones forrajeras como el Triticale, Cebada, Trigo, Centeno, Maíz

mejorado, Sorgo, así como leguminosas con cultivares de Veza o Ebo, Chicharo, Garbanzo y Soya, con el objetivo de incrementar el rendimiento y valor nutricional de los forraje para bovinos de leche y mejorar los promedios que se ubica entre 1600 y 3500 l/vaca/año (Cervantes *et al*, 2001; Mariscal *et al*, 2004). Es posible utilizar la Soya (*Glycine max* L.), tanto para pastoreo directo como para heno y ensilaje, ya que puede brindar una alta disponibilidad de forraje de muy buen valor nutritivo a niveles competitivos a una pastura de alfalfa porque se pueden obtener 3.2 l/vaca/día mas de leche con pastoreo de soya, que con sorgo forrajero (Galardo y Gaggiotti, 2003). La soya cultivada en condiciones de alta precipitación y temperatura y en un suelo acido de baja fertilidad, produjo un promedio de 4.8 t ha⁻¹ de materia seca, considerado como muy bajo con relación a otros cultivares establecidos en mejores condiciones agroecológicas (Tobia y Villalobos, 2004). Las producciones de materia seca de las Soyas registradas en Costa Rica y Venezuela, son de 5 a 13 t ha⁻¹. La composición química del forraje es de 26.7% de materia seca, 20.2% de proteína cruda, 42.2% de fibra detergente neutro (Tobia *et al*, 2006). La producción esperada en cultivos de invierno de la Veza (*Vicia sativa* L.) es de 8.0 t ha⁻¹ de forraje seco, con un contenido medio de proteína cruda de 21.0%, digestibilidad *in vitro* de la materia seca de 67.0% y valor alimenticio del forraje de 180, que es comparable a una alfalfa de grado superior (Flores, 2010). El chicharo de campo (*Pisum sativum*) y los tréboles, también son muy apropiados para la alimentación en fresco o seco para el ganado por su contenido de aminoácidos, proteína bruta, FDN y FDA (Ates *et al*, 2010). Actualmente se están generados variedades de Garbanzo (*Cicer arietinum*), sobresalientes en la producción de grano y paja para la alimentación de ganado, con valores superiores en 31.6% en rendimiento bajo condiciones de riego y humedad residual, ya que estos incrementos se logran con el 50% menos del volumen de agua que requieren otros cultivos (Soltero *et al*, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: Los trabajos de campo se realizaron en el predio “La Huizachera”, Mpio. De Cd. Guzmán, Jal., con coordenadas 19° 44' 48" de latitud norte y 103° 27' 37" de longitud oeste, a una altitud de 1513 msnm. Los análisis de la calidad de la materia seca de las leguminosas evaluadas, se efectuaron en el laboratorio del C.E. Tecoman, Colima. **Clima:** Es semiseco, con invierno y primavera secos, semicálido con estación invernal definida, la precipitación anual de 800 mm, con régimen de lluvias del 1° de junio al 30 de diciembre, la temperatura media anual es de 20.1°C y los vientos dominantes son del sur-sureste, se presenta un promedio de 12 días de heladas al año, durante el periodo de diciembre a enero. **Materiales evaluados:** Chicharo Forrajero (*Pisum sativum*), Garbanzo (*Cicer arietinum*, Criollo y Sinaloa), Veza Narbón (*Vicia narbonensis* L.), Veza Lanuda (*Vicia villosa* subespecie *Dasycarpa*), Veza Común (*Vicia sativa* L., ecotipo Icarda), Veza Común, Ebo (*Vicia sativa* L. ecotipo Mexicano), Almorta (*Lathyrus sativus* L.), Soya (*Glycine max*, variedades Héctor, Suaqui, Embrapa y Cajeme). **Siembra:** Se realizó al inicio del periodo de lluvias (3ª semana de Junio), la preparación del terreno fue convencional y surcado a 30 cm, se utilizó una densidad de siembra de 40 kg de semilla/ha. **Fertilización:** Fue en forma manual, con la dosis anual de 50-50-50, utilizando la Urea (46%), Superfosfato de Calcio Triple (46%) y Cloruro de Potasio (60%), el nitrógeno fue fraccionado en dos aplicaciones iguales (siembra y a 45 días post siembra). **Control de maleza:** Se realizó control químico en postemergencia, con una mezcla de Flex (Fomesafen)+Fusilade (Fluazifop-p-butyl), en dosis de 0.5+0.5 lts de cada uno de los productos. **Cosecha:** del forraje se efectuó al inicio de la floración, cortando 1 m² de parcel útil. El forraje fue secado en estufa de aire forzado a 65 °C por 48 horas, posteriormente fue molido en molinillo wiley con malla de 1 mm para el porcesado de las muestras. **Diseño experimental:** Los

tratamientos correspondieron a los materiales evaluados y fueron aleatorizados bajo un diseño en bloques completos al azar, con tres repeticiones. Para el análisis de varianza se utilizó el paquete computacional de Statgraphics Plus 4.0. *Variables evaluadas:* Altura de la planta (cm), producción de materia verde y seca ($t\ ha^{-1}$), contenido de proteína cruda (%), fibra detergente neutro (%), FDN), fibra detergente acida (%), FDA), así como la digestibilidad *in situ* de la materia seca (%), DISMS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, se observan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) para las variables de altura y producción de forraje. El desarrollo de las leguminosas tuvo rangos bajos, intermedios y altos; las variedades de soya alcanzaron alturas de 70 a 80 cm, superiores al resto de los materiales evaluados. Los rangos intermedios fueron para los Garbanzos, Chícharo, Vicia Dasycarpa y Narbonansis, con valores de 40 a 56 cm de altura; el menor desarrollo fue para las Vicia Icardia y Mexicana con 37 cm. Las cuatro variedades de Soya alcanzaron producciones de forraje sobresalientes, principalmente la variedad Cajeme con 43.0 y 16.2 $t\ ha^{-1}$ de forraje verde y seco respectivamente. Se observó que las diferencias en las producciones de forraje de las Soyas respecto a al resto de los materiales, fue debido a las ventajas de la siembra en el ciclo de producción primavera-verano; ya que la Vicia puede alcanzar 8.0 $t\ ha^{-1}$ cuando se cultiva durante el ciclo otoño-invierno (Flores, 2010). La producción de materia seca obtenida en las Soyas en este estudio, fueron superiores a los encontrados en ensayos realizados en otras condiciones agroecológicas (Tobia et al, 2006, Tobia y Villalobos, 2004). En el cuadro 2, se presenta el contenido de PC, DISMS, FDN y FDA de ocho de las doce leguminosas evaluadas, debido a que el forraje de los cuatro materiales faltantes, tuvo contaminación de hongos. Hubo diferencias significativas para las variables evaluadas, excepto para DISMS. Se observa que las leguminosas de menor rendimiento de forraje, tuvieron mayor contenido de PC, fue el caso de la Vicia Mexicana y Dasycarpa que alcanzaron valores de 18.8% y 16.4% respectivamente, con contenidos cercanos (14.6%) pero inferiores, estuvo la Soya Embrapa, el resto de los materiales no superaron el 11.0% de PC. La FDN de las leguminosas evaluadas, alcanzó rangos de 33.9% (Soya Soaqui) a 45.4% (Vicia sativa Mexicana) y para la FDA, los valores fueron de 32.6% (Soya Héctor) a 48.2% (Vicia narbonansis).

Cuadro 1.- Comportamiento productivo de diferentes variedades de Leguminosas forrajeras en el Sur de Jalisco. Ciclo PV-2009.

Variedades	Altura cm	Forraje Verde, T ha^{-1}	Materia Seca, T ha^{-1}
1.- Soya Cajeme	88.7 a	43.00 a	16.22 a
2.- Soya Embrapa	70.0 b	35.76 ab	11.95 ab
3.- Soya Suaqui	88.3 a	31.97 abc	11.14 ab
4.- Soya Héctor	79.0 ab	31.88 abc	10.17 abc
5.- Garbanzo Criollo	47.0 cd	22.20 bcd	4.62 bc
6.- Chícharo Forrajero	41.3 d	19.99 bcd	4.05 bc
7.- Vicia dasycarpa	40.0 d	17.80 bcd	3.76 bc
8.- Vicia narbonansis	56.0 c	15.05 cd	3.66 bc
9.- Garbanzo Sinaloa	54.0 c	14.28 cd	3.20 bc
10.- Vicia sativa Icardia	37.0 d	13.34 d	3.15 c
11.- Vicia sativa Mexicana	37.5 d	11.16 d	1.88 d

Tukey, 0.05

Con relación a la DISMS, el menor contenido fue de 39.7% (Soya Soaqui) y solo tres materiales superaron el 50% de DISMS (Soya Embrapa, Vicia sativa Mexicana y Vicia dasycarpa) con rangos de 51.7% a 58.9%, el resto tuvo valores inferiores. Estos resultados, indican que la PC de las leguminosas evaluadas fue inferior a los contenidos encontrados en otros estudios, debido al estado de madurez al momento de la cosecha (Flores, 2010). Pero aun así, los valores de FDN obtenidos, son apropiados para la alimentación del ganado (Ates *et al*, 2010). En cambio, la DISMS estuvo por debajo de los contenidos medios de las leguminosas, atribuido a la edad de la cosecha, ciclo de producción en PV y a la disminución del 40% en la precipitación respecto a la media anual, lo cual aceleró su crecimiento, madurez y lignificación.

Cuadro 2.- Comportamiento de calidad de diferentes variedades de Leguminosas forrajeras en el Sur de Jalisco. Ciclo PV-2009.

Variedades	Proteína Cruda, %	FDN %	FDA %	DISMS %
1.- Soya Embrapa	14.6 b	36.8 bc	38.9 b	53.6 a
2.- Vicia sativa Mexicana	18.8 a	45.4 a	40.5 b	51.7 a
3.- Soya Héctor	10.5 c	44.1 ab	32.6 d	42.8 a
4.- Vicia dasycarpa	16.4 ab	45.0 a	39.1 b	58.9 a
5.- Soya Suaqui	9.6 c	33.9 c	32.8 cd	39.7 a
6.- Soya Cajeme	11.0 c	40.5 abc	37.5 bc	45.8 a
7.- Vicia narbonansis	9.8 c	44.5 ab	48.2 a	42.6 a
8.- Vicia sativa Icardia	16.1 ab	43.3 ab	45.7 a	48.5 a

Tukey, 0.05

CONCLUSIONES

Se concluye que las Soyas son una alternativa para la producción de forraje de buena calidad para alimentar el ganado de los sistemas de lechería familiar de la región templada del Sur de Jalisco, compitiendo favorablemente con los cultivos tradicionales de la zona.

LITERATURA CITADA

- Ates E, Coskuntuna L y Tekeli AS. 2010. Contenido de aminoácidos y fibra de cuatro leguminosas diferentes en estado de florecimiento completo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 44:1; 73-78.
- Cervantes E.F, Santoyo C.H, Álvarez M.A. (2001). Lechería familiar, factores de éxito para el negocio. 1ª ed. UACH/CIESTAAM-PIAI/CONACYT. Plaza y Valdés. México.
- Flores OMA. 2010. Producción de forraje en invierno con Veza (*Vicia sativa* L.). Ficha tecnológica INIFAP. C.E. Caleras, Zac. p. 1-2.
- Gallardo M y Gaggiotti M. 2003. Cómo utilizar la Soja y sus subproductos en la alimentación del ganado. INTA EEA Rafaela. Sitio Argentino de producción animal. www.produccion-animal.com.ar, consultado el 16 de Julio de 2013. Buenos Aires, Argentina.
- Mariscal A. V., Estrella Q. H., Ruiz F. A. Sagarraga V. M. Salas G. J. y González A. M. 2004. La cadena productiva de bovinos lecheros y el TLCAN. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de zootécnica comisionada al CRUOC- UACH. Guadalajara Jalisco.
- Reta SDG, Figueroa VU, Faz CE, Núñez HG, Gaytán MA, Serrato CS y Payán GJA. 2010. Sistemas de producción de forraje para incrementar la productividad del agua. Rev. fitotec. mex. vol. 33 (número especial 4):83-87.
- SAGARPA, 2011. Perspectivas de largo plazo para el sector agroalimentario de México 2011-

20120. Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios. pp.43.
- Soltero DL, Andrade AE, Grageda COA y Pérez VJJ. 2008. San Antonio 05, variedad de Garbanzo forrajero para la región Ciénega de Chapala, México. Agricultura Técnica en México. Vol. 34 Núm. 2 Abril-Junio. p. 263-265.
- Tobia C y Villalobos E. 2004. Producción y valor nutricional dell forraje de Soya en condiciones tropicales adversas. Agronomía Costarricense. 28(1): 17-25.
- Tobia C, Villalobos E y Rico E. 2006. Uso de forraje de Soya (*Glycine max* L. Merr.) variedad CIGRAS 06 en la nutrición de los rumiantes. X seminario de pastos y forrajes. San José de Costa Rica. p. 77-86.

EFFECTO DEL FUEGO EN LA CALIDAD DE FORRAJE DE ZACATE ROSADO *Melinis repens* (WILLD.) ZIZKA, EN AGUASCALIENTES, MEX.

EFFECT OF FIRE IN THE QUALITY OF FORAGE GRASS PINK *Melinis repens* (Willd.) Zizka, IN AGUASCALIENTES, MEX.

León Arturo Lozano García, Ernesto Flores Ancira, Miguel Luna Luna, José de Jesús Luna Ruiz, Carlos Haubi Segura, Rodolfo Barretero Hernández.

Av. Universidad # 940, Ciudad Universitaria, C. P. 20131, Aguascalientes, Ags. México.

Le-loga@hotmail.com

RESUMEN

En Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, Méx, durante el 2012 se estimó el efecto del fuego sobre la calidad del zacate rosado *Melinis repens* (Willd.) Zizka. Los tratamientos evaluados consistieron en quema y no quema (testigo). Se utilizaron tres repeticiones por tratamiento, en parcelas de 16 m². La quema se realizó en abril, registrando las variables climáticas: temperatura, humedad relativa y velocidad del viento. Para la calidad del forraje se colectaron muestras en tres etapas fenológicas: crecimiento, madurez y latencia. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza utilizando un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial (2X3)= 6 combinaciones de tratamientos., en donde 2=tratamiento de quema y no quema, y 3=tres etapas fenológicas (crecimiento, madurez y latencia). Cuando resultaron diferencias entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey (P≤ 0.05). En general la calidad del forraje de *Melinis* en los tratamientos de quema en las etapas fenológicas resultaron mejores (proteína cruda, digestibilidad y las fracciones de fibra (neutro y ácido detergente). Aunque el proyecto contempla la evaluación de estas variables de respuesta durante dos años (2012 y 2013), solo mostramos en el presente trabajo los valores del año 2012, debido a que el trabajo se encuentra actualmente en proceso. Los resultados muestran un mejoramiento importante en la calidad del forraje del pasto rosado por efecto de la quema, lo cual representa una excelente alternativa para el manejo ecológico y control de la misma, tendiente a disminuir su ventaja competitiva de baja apetibilidad sobre las gramíneas nativas.

Palabras clave: Zacate rosado, Fuego, Quemadas prescritas, Valor nutritivo

ABSTRACT

In Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes, Mex, during 2012, it was assessed the effect of fire on forage quality of red Natal grass *Melinis repens* (Willd.) Zizka. Burned and unburned treatments were randomly set up in 16m² plots with three replications per treatment. Burned treatments were completed It in April where temperature, relative humidity and wind speed were recorded. *Melinis* Forage quality was accomplished by sampling burned and unburned plots at three phenological stages (growth, maturity and dormancy). Data were analyzed through analysis of variance using a complete randomized design with factorial arrangement (2X3)=6 treatment combinations, where 2=burned and unburned, and 3=phenological stages (growth, maturity and dormancy). Mean separation was accomplished by using Tukey's test (P≤ 0.05). *Melinis* forage quality (crude protein, digestibility and fiber fractions (neutral detergent and fiber acid detergent fiber) was generally improved by fire in the phenological stages under scrutiny. Although the project does contemplate two year evaluation (2012 and 2013), we only show 2012 results due that the investigation is still underway. Results show an important improvement in forage quality after fire, which represents an excellent alternative for the ecological management and control of *Melinis*, tending to decrease their competitive advantage of low palatability about native species

Keywords: Red Natal grass, Forage quality, Fire.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los pastizales del mundo entero han sufrido deterioros importantes en su ecología y estabilidad, lo que se atribuye a la combinación de varias causas naturales (cambio climático) (1) y antropogénicas, las cuales han sido más devastadoras (2). El deterioro de los pastizales es evidente a nivel global (3), uno de los efectos negativos más significativos, es la invasión de especies exóticas y el reemplazo de especies nativas alterándolos bióticamente y abióticamente (4). Una de estas especies invasoras es el zacate rosado (*Melinis repens*) el cual es originario del sur de África (5). En México, se encuentra distribuido por todo el territorio (6); en el estado de Aguascalientes se reporta su presencia y reciente expansión prácticamente en todos los municipios (7). A lo largo de la historia el hombre ha utilizado el fuego en los ecosistemas para lograr diferentes beneficios (8), el uso de la quema prescrita se presenta como una alternativa ecológica y económica para el manejo de este tipo de vegetación indeseable. A pesar de eso no existen estrategias de manejo ecológico de pastizales que ayuden a dilucidar el efecto del fuego en la calidad nutritiva del zacate rosado y poder aprovecharlo de una manera integral, con los esquemas de manejo de pastoreo implementados en pastizales nativos para su utilización control y manejo. Por lo anterior el fuego prescrito podría representar una alternativa viable (económica y ecológicamente) para el aprovechamiento nutritivo del zacate rosado en Aguascalientes y en todo el territorio nacional.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la quema invernal sobre la calidad de forraje del pasto rosado en tres etapas fenológicas (crecimiento, madurez y latencia) en un pastizal invadido de Calvillo, Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el año 2012, en un predio agrícola abandonado invadido por zacate rosado, localizado en el municipio de Calvillo, Aguascalientes, en las coordenadas: 21° 47' 31"N - 102° 43' 9" O, a una altitud de 1780 msnm, el clima es templado sub-húmedo, con una precipitación: 660 mm de Junio a Septiembre. La temperatura media anual es de 19.8 °C (9). Tipo de suelo: regosol, feozem, luvisol, litogol y planasol (10).

Diseño de tratamientos. Se diseñó un experimento completamente aleatorizado con dos tratamientos: Sin quema (SQ) y con quema (Q). Para ello se seleccionó un predio de 2 hectáreas, en el cual se distribuyeron 10 parcelas (5SQ, 5Q) con una superficie de 16m²/parcela. Tratamiento con quema: La quema se realizó en la primavera y el tratamiento se basó en la metodología y prescripciones desarrolladas en la Universidad Tecnológica de Texas (11). Tratamiento sin quema: En las parcelas SQ el forraje disponible fue eliminado mediante el corte a ras del suelo simulando un pastoreo de alta intensidad, al mismo tiempo de la realización de las quemaduras, para homogenizar la fenología y estado de crecimiento del forraje en ambos tratamientos. Efecto del fuego en la calidad del forraje. Para evaluar el efecto de la quema prescrita sobre la calidad del forraje, utilizaron tres submuestras por parcela de las cuales se tomaron muestras compuestas de 1kg. En cada una de las 10 parcelas (5Q y 5SQ). Los muestreos de forraje para calidad se llevaron a cabo en tres etapas fenológicas, que por ser una especie perenne está relacionado su desarrollo vegetativo con la precipitación pluvial anual, entonces estas etapas se dieron conforme a la precipitación del año 2012: Crecimiento, la cual fue a los 91 días, madurez a los 169 días y latencia a los 297 días después del tratamiento. Teniendo un total de 30 muestras las cuales fueron analizadas en el laboratorio de Nutrición Animal 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). Estas determinaciones se realizaron en base a los procedimientos descritos para estimar el contenido nutricional en forrajes (12). Análisis estadístico. Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) contemplando un diseño experimental completamente aleatorizado con arreglo factorial (2X3) (13). Cuando existieron diferencias significativas entre tratamientos se procedió a realizar la separación de medias mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) (14).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de digestibilidad en los tratamientos, épocas y tiempos se presenta en la figura 2. Después de un año de la quema, la figura muestra que el forraje con tratamiento de quema incremento la digestibilidad *in situ* en las tres etapas fenológicas observadas.

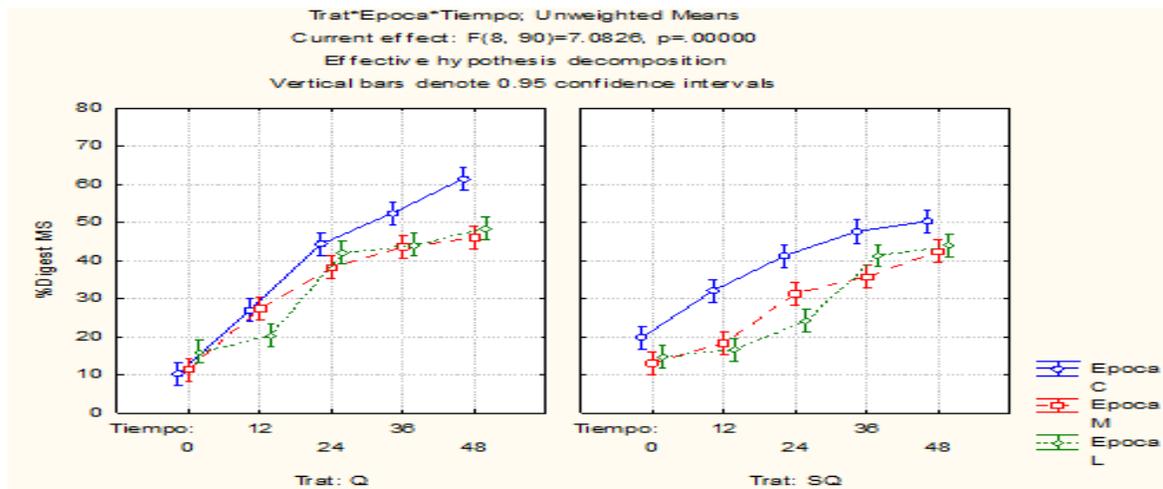


Figura 1. Porcentaje de digestibilidad en los tratamientos, épocas y tiempos de exposición al rumen.

La digestibilidad se incrementó durante las diferentes etapas fenológicas, los valores más altos se observaron durante el crecimiento, lo cual es normal considerando la fenología y estado de madurez de las gramíneas, sin embargo, no existe información disponible para esta gramínea en México, aunque el efecto de la quema prescrita sobre otras especies introducidas ha sido evaluado en algunos otros trabajos en el trópico Mexicano (15)

El fuego no presentó un efecto significativo en los valores de proteína cruda durante todas las etapas de desarrollo observados en el forraje de las parcelas que fueron quemadas en comparación con las no quemadas. El contenido de proteína cruda mostro una tendencia normal para gramíneas, donde los valores más bajos se observaron en la latencia. Esto se debe a la homogenización de las parcelas experimentales, pues si se comparara con pasto maduro sin quema, las diferencias serian altamente significativas, pero no verídicas (fig. 3), esta información concuerda con la obtenida en otros estudios (16). En cuanto a las fracciones de fibra en detergente ácido y neutro se pudo observar un efecto significativo en las plantas quemadas comparadas con el tratamiento sin quema (Fig. 3).

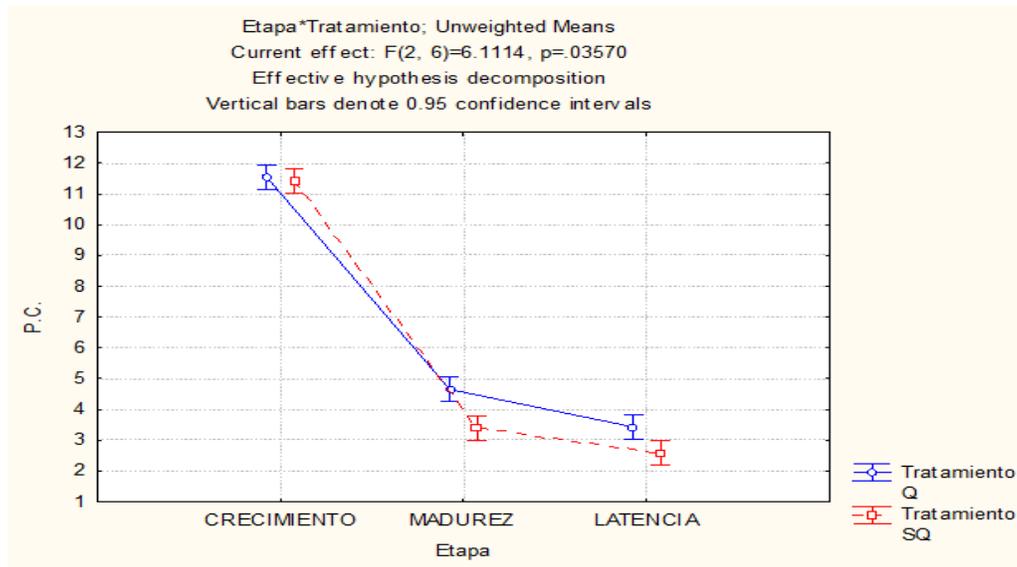


Figura 2. Valores de proteína cruda durante las etapas fenológicas y tratamientos.

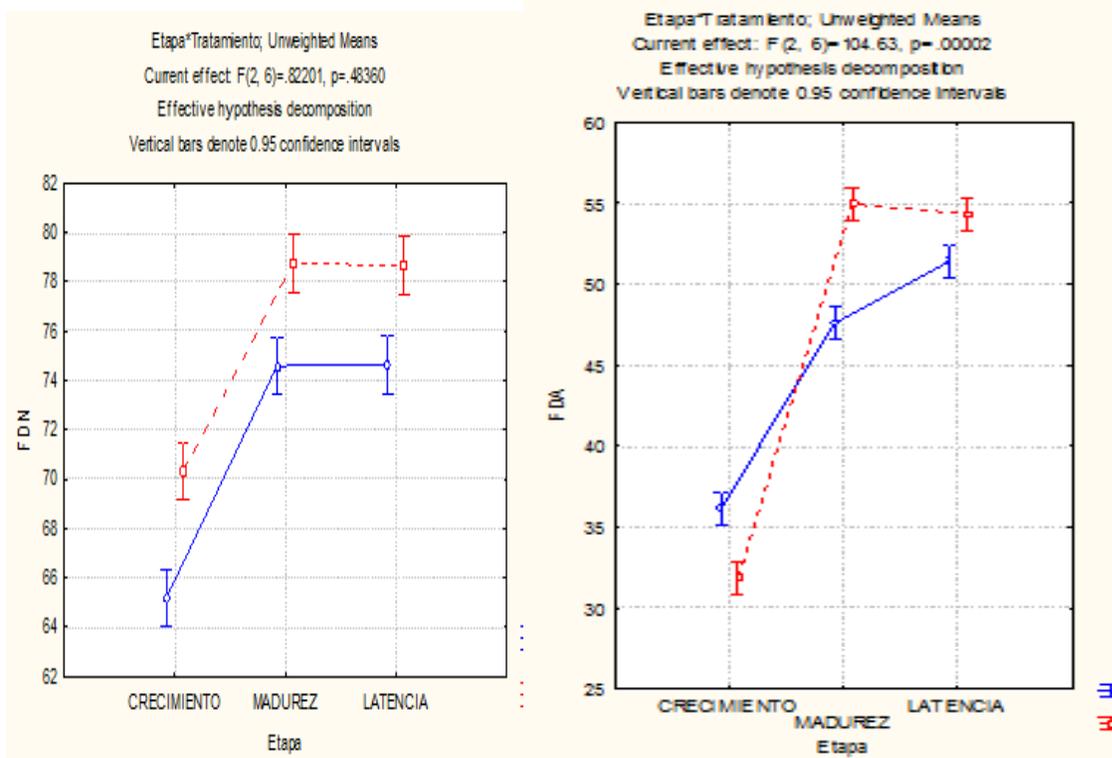


Figura 3. Valores de FDN y FDA durante las etapas fenológicas con y sin quema en Calvillo, Aguascalientes.

Estos valores de fibra en las plantas con y sin quema se reflejaron directamente en los valores de DISMS presentados en la figura 1, lo cual favorece la apetibilidad de la planta, incrementando su utilización por el ganado en pastoreo, sin embargo este aspecto será considerado en otras actividades experimentales de evaluación del pasto mellinis para su manejo y utilización.

La mejor calidad puede deberse a una mayor eficiencia en el uso del nitrógeno por sincronización de la liberación del nitrógeno por la biomasa microbiana y la absorción por la planta, una extensión en la estación de crecimiento, por el calentamiento temprano del suelo y por la combinación de estas razones, (17, 18).

CONCLUSIÓN

En general, la quema prescrita tuvo un efecto positivo en las variables de respuesta estudiadas en el presente trabajo referente a la calidad de forraje de zacate rosado (proteína cruda, digestibilidad *in vitro* y fibra neutra y ácido detergente). Aunque la presente investigación continúa todo el 2013 podríamos señalar de manera preliminar que la quema prescrita podría representar una estrategia de manejo ecológico y económico importante a implementarse en áreas de pastizales invadidos por el zacate rosado a fin de incrementar su utilización y calidad por los animales en pastoreo principalmente bovinos.

LITERATURA CITADA

- Archer, S., D.S. Schimel, and E.A. Holland. 1995. Mechanisms of shrubland expansion land use, climate or CO₂?. *Climate Change* 29: 91-99.
- Gauthier, D.A. and E. Wiken. 2001. Avoiding the endangerment of species-the importance of habitats and ecosystems: *In*: K. Beazley and R. Boardman (eds.). *Politics of the Wild-Canada and Endangered Species*. Oxford University Press, Don Mills, Ontario, Canadá. 254 pp.
- Mace, R. 1991. Overgrazing stated. *Nature* 349: 280-281.
- Polley, H.W. 1997. Implications of rising atmospheric carbon dioxide concentration for rangelands. *Journal of Range Management* 50: 561-577.
- Bogdan, A. V. 1977. *Tropical Pasture and Fodder Plants*. Tropical Agriculture Series. Logman. London and New York. 475 p.
- Wright, H.A. and A.W. Bailey. 1982. *Fire Ecology-United States and Southern Canada*. A Wiley-Interscience Publication. John Wiley & Sons. 501 P.
- Herrera, A.Y. 2001. *Las Gramíneas de Durango*. 1ª ed. Durango, México: IPN-CONABIO. 478 P.
- De La Cerda, L.M. 1996. *Las Gramíneas de Aguascalientes*. 1ª ed. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. 212 P.
- INEGI. 2010. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Carta de Climas.
- INIFAP. 1998. *Guía para la Asistencia Técnica Agrícola-Área de influencia del Campo Experimental del INIFAP*. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental Pabellón. Pabellón, Aguascalientes, México. 429 P.
- McPherson, G.R., Rasmussen G., Wright, H., and Britton C. 1986. Getting started in Prescribed burning. Management Notes, TTU. 5p.
- R. G. D. Steel. and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*, McGraw-Hill Book Company, New York, NY, USA, 2nd edition.
- SAS. 2008. *Statistical Analysis System. Version 9.0.*, SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Villanueva, A.J.F, H.L. Mena, I.R. Herrera, L. F. Negrete, R. 1989. Negrete RLF. Contenido y fluctuación nutricional de cinco gramíneas en trópico seco de acuerdo a su fenología. *Revista Manejo de Pastizales* 2(2): 21-25 pp.
- Sanderson, M.A. and W.F. Wedin. 1989. Phenological stage and herbage quality relationships in temperate grasses and legumes. *Agronomy Journal* 81:864-869.
- Knapp, M. and J. Seastedt. 1986. Detritus accumulation limits productivity of tallgrass prairie. *Bioscience* 36: 662-668.
- Ojima, D.S., W.J. Parton, D.S. Schimel and C.E. Owensby. 1990. Simulated Impacts of Annual Burning on Prairie Ecosystems. *In*: *Fire in North American Tallgrass Prairies*, edited by S.L. Collins and L.L. Wallace, 175 pp. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma.

FRECUENCIAS DE CORTE SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL PASTO MARAFALFA (*Pennisetum sp.*) EN QUINTANA ROO, MÉXICO.

CUT OFF FREQUENCIES ON THE PRODUCTION AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF MARALFALFA GRASS (*Pennisetum sp.*) IN QUINTANA ROO, MÉXICO.

Castillo, A. A.C.¹, Echeverría, D.V.F¹, Sosa, R.E.E², Rafael León N¹.

¹Instituto Tecnológico de la Zona Maya, ² CIR-SURESTE Campo Experimental Chetumal-INIFAP
sosa.edgar@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se evaluó el rendimiento y composición nutricional del pasto maralfalfa en una parcela sin fertilizar de 2,880 m² a tres edades de corte (30, 60, y 90 días). En cada época de corte se tomaron 15 muestras por las cuales se determinó el promedio (\bar{X}) Desviación Estándar (DE) del rendimiento de materia verde (MV /Ton/ha), materia seca (MS/Ton/ha), y la composición química proximal, MS (%) y materia orgánica (MO %), Cenizas (%), grasa cruda (GC (%)) y proteína cruda (PC (%)). Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 15 repeticiones en el programa computarizado SAS, para diferencias entre medias se utilizó la prueba de Duncan. El rendimiento de MS y MV se incrementó con la edad al corte ($P>0.05$) de los 30 a los 60 días (68.5 vs 109.0 TON MV/ha y 10.6 vs 30.7 TON MS/ha), La composición proximal demuestra que el contenido de MO se incrementó ($P>0.05$) con la edad del corte pasando de 74.9 a 80.5 %, así mismo existe una reducción ($P>0.05$) en el contenido de cenizas de los 30 a 60 días de corte (14.3 vs 11.8 %), pero esta no demostró diferencias ($P<0.05$) de los 60 a los 90 días de corte (11.8 vs 10.7 %). En el contenido GC no existió diferencias ($P<0.05$) de los 30 a 60 días de corte (15.7 vs 16.6 %), únicamente se encontraron ($P>0.05$) de los 60 a los 90 días de corte (16.6 vs 26.5). Por el contrario de lo esperado no existieron diferencias ($P<0.05$) en el contenido de PC entre las edades de corte (13.9, 13.8 y 12.5%, para 30, 60 y 90 días respectivamente). Los resultados obtenidos demuestran que la edad al corte afecta el rendimiento de MV y MS. El contenido de PC encontrado indica que el pasto se puede cortar en cualquier época de corte, aquí estudiada. Sin embargo los valores obtenidos de MV y MS están muy por debajo de los reportados en otras regiones con condiciones climáticas similares.

Palabras clave: Maralfalfa, rendimiento, composición nutricional, frecuencia de corte.

INTRODUCCIÓN

El pasto Maralfalfa es un pasto mejorado de origen colombiano, con extraordinarias características productivas y nutricionales. Puede cultivarse en alturas comprendidas desde el nivel del mar o hasta 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm). Se adapta bien a suelos con fertilidad media a alta, pero se puede producir en suelos pobres en materia orgánica de franco-arcillosos a francos arenosos, sin embargo su mejor desarrollo se obtiene en suelos con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje. Puede adaptarse a climas relativamente secos y a pH de 4.5 a 5.0. Es una gramínea con una alta capacidad de producción de forraje verde con valores que fluctúan de 200 a 400 ton/ha/año, con una dulzura superior a la caña forrajera, por lo tanto es muy apetecible para los animales herbívoros, cuando se sirve fresco (Correa *et al.*, 2006). Los rendimientos por hectárea y la composición nutricional dependen en gran medida de factores climáticos, edafológicos y de manejo del cultivo, en este sentido Correa (2006^a), reportó rendimientos promedios de 285 toneladas por hectárea, en suelos pobres en materia orgánica, a 1750 msnm, con cortes a los 75 días de producción, sin embargo dicho rendimiento puede pasar de 28 a 44 kilogramos por metro cuadrado, cuando mejora la calidad del suelo y el drenaje. Así mismo Salcedo (2012), reporta rendimientos que van de las 210 a 300 toneladas por hectárea, obtenidas

en tres cortes al año, cuando se corta a los 120 días de rebrote. La composición nutricional parece ser más afectada por la edad al corte del pasto, que por otros factores de la producción. En este sentido se ha reportado que la calidad nutricional se reduce a medida que se incrementa la edad de corte, y esta trae consigo un incremento en la cantidad de fibra del pasto, como lo reporto Correa (2006^a), al comparar los contenidos de proteína cruda, extracto etéreo, cenizas y fibra detergente neutra a dos edades de corte (56 y 105 días después del rebrote).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el rancho la “La rosa amarilla”, en el municipio de Othón P. Blanco, en un clima cálido subhúmedo tipo AW₁, la temperatura media anual es de 28°C. Se encuentra a 9 msnm y su topografía es plana, con predominancia de los suelos *Gleisoles aplicos*. Para el estudio se utilizó una parcela del pasto Maralfalfa de 2,880 m² para determinar el rendimiento vegetativo en verde y en seco, en tres edades de corte (30, 60 y 90 días) previo corte de uniformización. Se utilizó el método propuesto por Haydock y Shaw (1975), descrito en el programa computarizado CALRAC (1996), en el que se eligieron 5 sitios y se cortó 3 muestras de 1m² de pasto al ras del suelo. Posteriormente se transportó al Laboratorio de Bromatología del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, donde se pesó nuevamente y congeló a -3° C para su posterior evaluación de contenido de materia seca y composición nutricional. En cada muestra se calculó la pérdida de peso por deshidratación y posteriormente se determinó el forraje disponible. Dicho procedimiento se repitió en las tres épocas de corte, obteniendo 15 muestras por época. Con los datos de material verde, se determinó la disponibilidad de forraje por m², y posteriormente se estimó el rendimiento por hectárea por año, en cada época de muestreo. Se determinó el contenido de materia seca, utilizando una estufa de aire forzado graduada a una temperatura de 65° C y un tiempo de secado de 72 horas. Posteriormente las submuestras fueron procesadas en un molino de martillo tipo Willys con una criba de 1 mm, envasados y etiquetados con los datos de número de muestreo, sitio y época de muestra para su posterior utilización. Por cada una de las 15 muestras de edad al corte, se determinó el contenido de materia orgánica (MO%), cenizas (Cenizas%), grasa cruda (GC%) y proteína cruda (PC%), mediante el procedimiento propuesto por Tejada (1985). Para la comparación del rendimiento por hectárea por año y la composición nutricional entre épocas de corte se utilizaron como variables de respuesta, el rendimiento en materia verde Y materia seca (Ton/Ha/año); el contenido de MO%, Cenizas%, el contenido GC% y PC%. Los datos se distribuyeron como un diseño completamente al azar con 3 tratamientos (época de corte 30, 60 y 90 días) y 15 mismas que fueron sometidas en un análisis de varianza (P>0.05) en el programa computarizado SAS, las diferencias entre medias se realizó mediante la prueba de Duncan (P>0.05) en el mismo programa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indicaron que el rendimiento de materia verde y materia seca, se incrementaron con la edad del pasto (P>0.05; Cuadro 1; Cuadro 2; Cuadro 3). Sin embargo, dichos rendimientos resultan estar muy por debajo de los valores obtenidos por Correa (2006a), con rendimientos reportados en 285 Ton/ha/año de materia verde a los 75 días de rebrote y a lo observado por Claverot y Razz (2009), con valores que fluctúan de 210 a 300 Ton/ha/año, cortando a 120 días. El análisis químico proximal realizado en las diferentes edades de corte, muestra que el contenido de materia seca se incremento con la edad del pasto, pasando de 15.4 a 28.8% de los 30 a 90 días de corte (Cuadros 1; 2, y 3). Existiendo diferencias (P<0.0001) entre edades de corte; sin embargo, dicho incremento únicamente parece ser válido hasta 60 días de rebrote, ya que la comparación de medias indicó que no existen diferencias en porcentaje de materia seca de los 60 a los 90 días de corte (Cuadro 4). Dichos valores resultan superiores a los porcentajes materia seca encontrados por Correa (2006a), cuando se realizaron cortes a 47 días (9.4% de materia seca) y 60 días de rebrote (9.7 %de materia seca). En este mismo sentido, el contenido de materia orgánica se incrementó de 74.9 hasta 80.5 % (P<0.05) de 30 a 90 días de

corte, lo que causa reducción en contenido de cenizas (material mineral) de 14.3 a 10.7% ($P < 0.05$; Cuadro 5).

CONCLUSIONES

Se puede concluir que los valores de rendimiento están muy por debajo de los parámetros obtenidos en otras regiones del país y otros países con condiciones climáticas aparentemente similares. La edad del corte afecta el rendimiento de materia verde, materia seca y valor nutricional del pasto maralfalfa.

Estos resultados parecen coincidir con los planteados por McDowell *et al.*, (1997), al afirmar que en los forrajes cultivados bajo condiciones ambientales donde la temperatura y radiación solar es mayor, existe un incremento en la materia seca y materia orgánica, pero el contenido de minerales es menor, conjugándose con la especie de la planta, el estado de madurez y rendimiento del pasto. En los resultados del presente trabajo (Cuadro 5) se encontró un incremento lineal en el contenido de grasa cruda ($P < 0.05$) de los 30 a los 90 días de corte, sin diferencias ($P < 0.05$) de los 30 a los 60 días.

Cuadro 1. Rendimiento por ha y composición nutricional de Maralfalfa a 30 días de corte.

Indicador	n	Promedio ¹	DE
Rendimiento/Ton. materia verde/ha/año	15	68.6	33.5
Rendimiento/Ton. materia seca/ha/año	15	10.6	5.8
Materia seca %	15	15.5	2.9
Materia orgánica %	15	75.9	4.0
Cenizas%	15	14.3	1.5
Grasa cruda	15	15.7	2.0
Proteína cruda %	5	13.9	2.6

¹Los valores de composición nutricional indican el porcentaje que representan en la materia seca.

Cuadro 2. Rendimiento por ha y composición nutricional de Maralfalfa a 60 días de corte.

Indicador	n	Promedio ¹	D.E
Rendimiento/Ton. materia verde/ha/año	15	109.0	45.0
Rendimiento/Ton. materia seca/ha/año	15	30.7	15.0
Materia seca %	15	27.9	6.9
Materia orgánica %	15	67.0	11.7
Cenizas%	15	15.8	11.7
Grasa cruda %	5	17.6	3.7
Proteína cruda %	15	13.9	3.3

¹Los valores de composición nutricional indican el porcentaje que representan en la materia seca.

Cuadro 3. Rendimiento por ha y composición nutricional de Maralfalfa a 90 días de corte.

Indicador	n	Promedio	D.E
Rendimiento/Ton. materia verde/ha/año	15	117.4	46.7
Rendimiento/Ton. materia seca/ha/año	15	33.7	10.8
Materia seca %	15	29.9	6.1
Materia orgánica %	15	85.4	12.3
Cenizas%	15	13.0	12.3
Grasa cruda %	5	21.3	6.0
Proteína cruda %	15	12.6	4.0

Los valores de composición nutricional indican el porcentaje que representan en la materia seca.

En todas las edades al corte del presente trabajo se encontraron valores de grasa cruda superiores a los reportados en otras regiones del país, para el pasto Maralfalfa, observándose la misma

tendencia de reducción del contenido de proteína cruda a medida que avanza la edad del pasto con la edad del corte del mismo, encontrándose valores de (13.9, 13.8 y 12.5 %). Claverot y Razz (2009), mencionan que el contenido de proteína cruda declina a una tasa constante a medida que se incrementa el intervalo de corte.

Cuadro 4. Comparación de rendimiento en materia verde y materia seca entre épocas de corte.

Parámetro	(n)	30 días	60 días	90 días	Sig.	EE
Rendimiento de materia verde (Ton/ha/año)	15	68.6 ^a	109.0 ^b	117.4 ^b	*	10.9
Rendimiento de materia seca (Ton/ha/año)	15	10.6 ^a	30.7 ^b	33.7 ^b	*	2.9

*= Existen diferencias significativas entre épocas de corte ($P < 0.05$). Medias con igual literal en las filas son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

Cuadro 5. Composición nutricional entre épocas de corte.

Parámetros	n	30 días	60 días	90 días	Sig.	EE
Contenido de MO (%)	15	74.9 ^c	70.9 ^b	80.6 ^a	*	0.4
Contenido de Cenizas (%)	15	14.4 ^a	11.9 ^b	10.8 ^b	*	0.4
Contenido de G C (%)	5	15.7 ^b	16.6 ^b	26.6 ^a	*	1.1
Contenido de PC (%)	15	13.9 ^a	13.9 ^a	12.5 ^a	N/S	0.95

*=Existen diferencias significativas entre épocas de corte ($P < 0.05$). Medias con igual literal en las filas son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

LITERATURA CITADA

- CALRAC. 1996. Software para la alimentación de rumiantes. Versión 1.0.
- Correa *et al* C.H.J. Arroyave H., Henao J., López A., Cerón J M. 2006. Pasto maralfalfa mitos y realidades (Parte Primera).www.engormix.com.
- Correa 2006a. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a dos edades de rebrote. Livestock Research for Rural Development. vol.18(6) pp.26-38.
- Claverot T. y Razz R. 2009. Valor nutritivo del pasto Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* y *Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. Revista de la Facultad de Agronomía V. 26 N° 1 pag.1-20
- Haydoc, K.P and Shaw, 1975 The comparative yield method for estimating dry mater yield of pasture. Australian Journal of. Exp. Agri. and Anim. Husbrandy, V(15):663-670.
- Mc. Dowell L.R., Velásquez P.J., Valle G. 1997. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 3° Edición. Editorial Universidad de Florida. pp. 5 – 16.

PRODUCCIÓN AGRONÓMICA DE TRES PASTOS TROPICALES (*Digitaria eriantha* Steudel, *Megathyrsus maximus* Jacq y *Andropogon gayanus* Kunth) EN LA ZONA DE LOMERÍOS DE PASO DE OVEJAS, VERACRUZ, MÉXICO

AGRONOMIC PRODUCTION THREE TROPICAL GRASSES (*Digitaria eriantha* Steudel, *Megathyrsus maximus* Jacq Y *Andropogon gayanus* Kunth) IN THE HILLOCKS AREA OF PASO DE OVEJAS, VERACRUZ, MÉXICO

Carlos H. Sánchez Sanchez¹, Eloisa Ortega Vargas^{2*} y Silvia López Ortiz² eortega@colpos.mx

¹Integradora de Productores y Servicios Socioeconómicos de Chiapas C.P. 29000.Tel. (961) 1885930 ²Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz..

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar el potencial de producción de materia seca de las gramíneas tropicales *Digitaria eriantha* Steudel, *Megathyrsus maximus* Jacq y *Andropogon gayanus* Kunth, la investigación se realizó en una zona de precipitación estacional y suelos pobres, en el municipio de Paso de ovejas, Veracruz. Se utilizó una parcela de 81 m², dividida en nueve subparcelas, donde se establecieron las gramíneas al inicio de la época de lluvias. Las evaluaciones se iniciaron a partir de que las plantas cumplieron los 60 días de establecimiento en campo. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres tratamientos (cada especie de gramínea) y tres repeticiones. Se estimó la producción de materia seca cada 28 días, se midió cobertura del suelo cada 7 días durante los tres periodos, y la dinámica de crecimiento de las gramíneas, para esta última se calcularon las tasas de aparición de hojas, de elongación foliar, de elongación de tallos, de senescencia foliar, y de crecimiento foliar neto. Las variables se midieron durante tres periodos de corte (septiembre, octubre y noviembre) a finales de la época de lluvias de 2010. Los datos fueron sometidos a pruebas de normalidad y se realizaron análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM de Statistical Analysis System, versión 9.1. *M. maximus* rindió mayor cantidad de materia seca a través del experimento (4.3 ± 0.73 ton ha⁻¹; $P < 0.05$) en comparación con las otras gramíneas (3.8 ± 1.0 y 3.7 ± 1.0 ton ha⁻¹ de *A. gayanus* y *D. eriantha*, respectivamente; $P > 0.05$). La mayor cobertura del suelo la presentó *D. eriantha* (50 % de la superficie; $P < 0.05$). *D. eriantha* tuvo una mayor tasa de aparición de hojas (0.91 ± 0.04 hojas día⁻¹; $P < 0.05$), mientras que *A. gayanus* mostró una tasa de elongación foliar mas alta en los primeros dos periodos (12.63 ± 0.50 cm día⁻¹; $P < 0.05$), y *M. maximus* mostró la tasa de elongación de tallos mas alta en el primer periodo (4.28 ± 0.15 cm día⁻¹; $P < 0.05$). *A. gayanus* y *M. maximus* mostraron una mayor tasa de crecimiento foliar neto mientras que *D. eriantha* fue el mas bajo durante todo el experimento ($P < 0.05$). La tasa de senescencia foliar fue mayor en *D. eriantha* ($P < 0.05$) y menor en *A. gayanus* ($P < 0.05$), en *M. maximus* se fue incrementando a través del tiempo ($P < 0.05$). Se concluye que *M. maximus* tiene un mayor potencial para producción de forraje y para mantener los componentes de la materia seca en proporciones que favorecen la cantidad de material comestible sobre el material senescente, esto en las condiciones en que se realizó este experimento.

Palabras clave: Producción de forraje, gramíneas tropicales, dinámica de crecimiento, cobertura del suelo.

CARACTERÍSTICAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS EN *Atriplex canescens* (PURSH) NUTT A DIFERENTE NIVEL DE FERTILIZACIÓN FOLIAR

Enrique Cortés Díaz¹, Pedro A. Martínez Hernández²,
Trinidad Vargas Espinosa³, José L. Zaragoza Ramírez³

¹Centro Regional Universitario Anáhuac, ²Departamento de Agroecología, ³Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, ecodia@yahoo.com.mx; cruan.uach@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El establecimiento de arbustivas forrajeras en un sistema silvopastoril puede demandar un crecimiento en vivero previo al trasplante a campo para protegerlas de cosechas muy tempranas que comprometan su supervivencia. Arbustos vigorosos al trasplante pueden tener mayor éxito con un menor cuidado posterior al mismo. La fertilización foliar podría promover arbustos vigorosos tolerantes al trasplante.

Atriplex canescens (Pursh) Nutt., es un arbusto con diversos nombres comunes como chamizo, costilla de vaca, mantequilla o cenizo (INIFAP, 2007) y puede ser una buena opción para conformar sistemas silvopastoriles en zonas semiáridas al prosperar con humedad limitada y proveer de un forraje de calidad para rumiantes. Sin embargo, es escasa la información sobre estrategias, como la fertilización foliar, que aplicadas en la fase de vivero pudiesen originar plantas con un mayor desarrollo aéreo y subterráneo aumentando con ello la posibilidad de un trasplante exitoso.

El estudio se realizó con el objetivo de determinar atributos aéreos y subterráneos de *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt, crecido en vivero al aplicar niveles crecientes de fertilización foliar, para generar información que pueda ser útil en el diseño de estrategias de manejo de esta planta en la etapa de vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tratamientos y diseño experimental. En el estudio se evaluaron cuatro niveles de fertilización foliar: sin fertilización, bajo, medio y alto, en un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones, dos plantas cada una en su bolsa fue la unidad experimental. El bloqueo fue por el tamaño inicial de las plantas.

Material vegetal. Las plantas de *A. canescens* provinieron de semilla comercial, escarificada por inmersión en agua por 24 h, sembrada en charolas de germinación de unicel a una semilla por cavidad. A los 35 d de la siembra se trasplantó a bolsas de polietileno de 20 x 30 cm conteniendo 2 kg de suelo agrícola secado al sol y tamizado a 2 mm, las bolsas fueron identificadas individualmente y colocadas al azar en mesas del invernadero dejando una distancia de 40 cm entre bolsas contiguas. Aproximadamente 65 d después del trasplante se seleccionaron 50 plantas con al menos 15 hojas totalmente expandidas, que se agruparon en cinco bloques de 10 plantas cada uno, cada bloque era de plantas con igual desarrollo aéreo (número de hojas, altura, grado de ramificación). Cada bloque de 10 plantas ocupó una mesa y al azar se asignó el nivel de fertilización a cada dos plantas. Desde la siembra se revisó diariamente cada planta para agregar agua en caso necesario y mantener un sustrato húmedo, sin anegamiento y eliminar plantas espontáneas.

Aplicación de tratamientos. El fertilizante foliar fue Fertiplus + (Agroformuladora Delta, Monterrey, Nuevo León) con: N 7.28 %; P 8.21 %; K 14.07 %; S 1.31 %; Ca 0.19 %; Mg 0.086 %; Mn 0.075 %; Fe 0.006 %; Zn 0.002 %; B 0.002 %; Cu 0.001 %, y trazas de Mo. Los niveles de fertilización se definieron para cubrir una cantidad específica de N por planta (Cuadro 1).

A 70 días del embolsado se inició la fertilización foliar, para los niveles bajo, medio y alto se hicieron una, dos y cuatro aplicaciones de fertilización foliar, respectivamente, en cada momento la dosis fue de 0.5 g de N por planta, las plantas que recibían fertilización se les roció agua. Las otras fertilizaciones fueron a 30, 120 y 150 días después de la primera. La fertilización fue con una pulverizadora manual de 1.5 l de capacidad, el rociado fue uniforme a todas las hojas presentes y sin goteo.

Cuadro 1. Aporte total de nitrógeno y otros minerales por planta a los niveles de fertilización foliar evaluados

Nivel de fertilización foliar	Aporte total por planta de										
	N (g)	P ₂ O ₅ (g)	K ₂ O (g)	S (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	Mn (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	B (mg)	Cu (mg)
Sin	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bajo	0.5	0.6	0.9	90	14	6	5	0.4	0.1	0.1	0.07
Medio	1	1.1	1.9	180	28	12	10	0.8	0.2	0.2	0.1
Alto	2	2.2	3.8	360	56	24	20	1.6	0.5	0.5	0.2

Variables medidas y calculadas. A 30 días de la cuarta fertilización se tomaron las mediciones, la primera fue cantidad de clorofila por SPAD, luego se desprendieron todas las hojas para medir área foliar con un integrador de área foliar y se pesaron después de secado a 50°C por 72 h, por lavado con agua corriente se recuperó toda la masa radical, se cortó y se midió su volumen por desplazamiento de agua en un matraz graduado, los tallos se pesaron luego de un secado similar al de las hojas. Las variables calculadas fueron las razones: peso aéreo (tallos y hojas):volumen de raíz; área foliar:volumen de raíz; hoja:tallo, y área foliar:tallo.

Manejo y análisis estadístico de los datos. El análisis estadístico fue por análisis de varianza para un modelo de bloques al azar, comparando medias por Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de fertilización foliar promovió cambios ($P < 0.05$) en los pesos de tallos y hojas, sin efecto ($P > 0.05$) en la concentración de clorofila, área foliar y volumen de raíz (Cuadro 2).

Cuadro 2. Atributos de planta en *Atriplex canescens* a distinto nivel de fertilización foliar

Variable	Nivel de fertilización foliar				EEM	Pr > F
	Sin	Bajo	Medio	Alto		
Clorofila (unidades spad)	38.8	41.3	38.8	43.0	6.5	0.69
Área foliar (cm ²)	303	475	523	559	163	0.12
Volumen de raíz (ml)	20.8	12.5	15.0	12.8	6.7	0.23
Peso tallos (g)	4.6 b	6.7 a	6.0 ab	4.6 b	1.0	0.02
Peso hojas (g)	3.8 b	5.4 ab	6.1 a	4.4 ab	1.2	0.04

Los pesos de tallos y hojas aumentaron con el nivel de fertilización hasta el nivel medio, con el nivel alto ambos pesos se redujeron siendo similares a las plantas sin fertilización. Los niveles bajo y medio mostraron los máximos pesos de tallos y hojas, respectivamente, superiores en 46 y 61% al de las plantas sin fertilizar. La formación de hojas respondió a un nivel más alto de fertilización que la de tallos.

La razón hoja:tallo fue la única razón sin efecto ($P>0.05$) de la fertilización, el peso aéreo y área foliar por unidad de volumen de raíz aumentaron casi en tres veces de las plantas sin fertilización a las del nivel bajo; posteriormente el peso aéreo se redujo gradualmente con aumentos del nivel de fertilización, de tal forma que el nivel alto mostró un valor similar al de plantas sin fertilización; sin embargo, el área foliar mantuvo un gradual incremento por unidad de volumen de raíz conforme el nivel de fertilización fue mayor, para llegar al máximo valor con el nivel alto de fertilización (Cuadro 3).

Cuadro 3. Razones entre atributos de planta en *Atriplex canescens*, a distinto nivel de fertilización foliar

Razón	Nivel de fertilización foliar				EEM	Pr > F
	Sin	Bajo	Medio	Alto		
Peso aéreo: volumen de raíz	0.42c	1.16a	1.03ab	0.72bc	0.39	0.04
Área foliar: volumen de raíz	15.0 b	42.5 ab	40.8 ab	46.3a	15.3	0.02
Hoja: tallo	0.83	0.79	1.11	0.94	0.3	0.42
Área foliar: tallo	66.0 b	68.4 b	88.0 ab	117.9 a	23.7	0.01

La razón área foliar:tallo mostró un incremento gradual con el nivel de fertilización, alcanzando el valor máximo con el nivel alto de fertilización que representó un incremento de 1.8 veces con respecto del valor registrado para las plantas sin fertilización (Cuadro 3).

Pérez Amaro *et al.* (2004) y Warnock *et al.* (2006) coinciden en señalar que plantas con mayor área foliar acumulan una mayor biomasa total. En el presente estudio la fertilización foliar no incrementó el área foliar pero sí los pesos de hojas y tallos a los niveles bajo y medio de fertilización, implicando plantas con mayor crecimiento de la parte aérea pero sin aumentar la capacidad de exploración del suelo al no existir efecto sobre el desarrollo de la masa radical. Esta situación podría significar un mayor riesgo al trasplante.

CONCLUSIONES

Atriplex canescens (Pursh) Nutt puede aumentar el peso de su parte aérea mediante la fertilización foliar aplicada hasta cierto nivel, por arriba de este nivel el efecto positivo puede perderse. El desarrollo de la masa radical no respondió a los niveles de fertilización foliar.

LITERATURA CITADA

- Pérez-Amaro JF, E García-Moya, JF Enriquez-Quiroz, AR Quero-Carrillo, J Pérez-Pérez y A Hernández-Garay. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (*Brachiaria* híbrido, cv). Tec. Pecu. Mex. 42: 447- 458.
- Warnock R, J Valenzuela, A Trujillo, P Madriz M. 2006. Área foliar, componentes del área foliar y rendimiento de seis genotipos de caraota. Agronomía Trop. 56: 21- 42.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN NUEVE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum Officinarum*) BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN TRÓPICO SECO

AGRONOMIC EVALUATION AND FORAGE PRODUCTION IN NINE VARIETIES OF SUGARCANE (*Saccharum officinarum*) UNDER RAINFED CONDITIONS IN THE DRY TROPICS

J. Vidal Rubio Ceja^{1*}, José Francisco Villanueva Avalos¹, Jesús Alberto Cárdenas Sánchez¹ y Jorge Armando Bonilla Cárdenas¹

INIFAP - Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Km. 6 Entronque Carr. Internacional México-Nogales. Apdo. Postal 100. Santiago Ixcuintla, Nayarit C.P. 63300. *J. Vidal Rubio Ceja. E-mail: rubio.vidal@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico y producción de forraje de nueve materiales de caña de azúcar (MEX69290, RD7111, MEX79431, MY5514, MEX57473, MEX69749, CR7102, CP722086 y SP721753) en clima Aw₀. Se evaluó cobertura aérea (CA), densidad (PML), altura de planta (AP), diámetro de macollo (DM), hojas senescentes (HS), hojas vivas (HV), ancho de hoja (AH), largo hoja (LH), número de hijuelos/macollo (NHM), peso de tallo (PT), diámetro tallo (DT), longitud de entrenudos (LEN) y producción de materia seca (PMS). Se realizó un ANDEVA y pruebas de Tukey (P<0.05). PMS fue definida por COB, PML, NHM, HV y PT. COB sobresalió en MEX79431 y SP721753 con 100 y 98.3%, respectivamente. PML fue mayor en RD7111 con 20 pl ml⁻¹. AP fue mayor en SP-721753 y MEX79431 con más de 211 cm. HS fue superior en MEX69290 y RD7111 con 7.7 y 7.1, respectivamente, mientras que HV sobresalió en RD7111 con 11.3. PT sobresalió en RD7111, MEX79431, MY5514 y CR7102 con más de 1040 g/t, respectivamente. RD7111, MEX79431 y CR7102 sobresalieron en PMS con 95.6, 81.0 y 76.8 ton ha⁻¹. En conclusión, las variedades RD-7111 y MEX-79431 mostraron mejores características forrajeras; sin embargo, se requiere evaluar su composición química antes de emitir recomendaciones sobre su utilización.

Palabras clave: Caña, *Saccharum*, agronomía, forraje.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the agronomic development and forage production of nine materials of sugar cane (MEX69290, RD7111, MEX79431, MY5514, MEX57473, MEX69749, CR7102, CP722086, and SP721753) in Aw₀ climate. Evaluated variables were: aerial coverage (CA), density (PML), plant height and diameter (AP, DM), senescent leaves (HS), living leaves (HV), leaf width (AH), leaf length (LH), number of tillers/pl (NHM), stem weight (PT), stem diameter (DT), internode length (LEN), and forage production (PMS). An ANDEVA and Tukey tests (P<0.05) were conducted. PMS was defined by COB, PML, NHM, HV, and PT. COB excelled in MEX79431 and SP721753 with 100 to 98.3%, respectively. PML was higher in RD7111 with 20 pl ml⁻¹. AP was greater in SP-721753 and MEX79431 with more than 211 cm. HS was superior in MEX69290 and RD7111 7.7 and 7.1, respectively, while HV excelled in RD7111 with 11.3. PT highlighted in RD7111, MEX79431, MY5514 and CR7102 with more than 1040 g/t, respectively. RD7111, MEX79431, and CR7102 stood out in PMS with 95.6, 81.0, and 76.8 ton ha⁻¹. In conclusion, the RD-7111 and MEX-79431 varieties showed the best forage characteristics, but are required to assess its chemical composition prior to issuing recommendations on their use.

Key words: Cane, *Saccharum*, agronomy, forage.

INTRODUCCIÓN

Bajo condiciones tropicales, la principal restricción para la ganadería es la marcada estacionalidad en la disponibilidad y calidad de forraje, causando pérdidas progresivas de peso (200 a 450 g animal¹ día¹) a medida que avanza la época de sequía, causando una pérdida de peso de 20 a 45 kg animal¹ en un periodo de tres a cuatro meses (Rubio *et al.*, 2003). Si consideramos que la población bovina estimada en el trópico americano es de aproximadamente 7.5 mill. de cabezas, estas pérdidas ascenderían hasta las 300 mil toneladas de carne al año (Delgado, 1998). De acuerdo a lo anterior, urgen alternativas alimenticias que minimicen los efectos negativos de la sequía sobre la productividad del ganado en pastoreo (Rubio *et al.* 2003).

La caña de azúcar por su alto potencial de producción de forraje verde (FV) y materia seca (MS) por unidad de superficie, representa una excelente alternativa para mitigar los problemas de la ganadería en épocas críticas. Según Martín (2004), esta gramínea supera con mucho en producción de forraje a la mayoría de las especies forrajeras tropicales, además, por sus características morfo-vegetativas no tiende a la maduración prematura por efecto de cambios estacionales y climáticos. La producción de FV bajo condiciones de temporal ha sido documentada por Hinojosa (2000), observando producciones de 105 y 140 ton FV ha⁻¹ con las variedades MEX-54-81 y MEX-69-290. Otros estudios conducidos en Nayarit concluyen que las variedades más productivas fueron la MEX-69-420 y la Brasileña Verde, basados en el mayor tamaño de hoja (1.98 y 1.84 m, respectivamente), tallos de mayor diámetro (5.58 y 5.53 cm) y altura de hasta 5.18 m (Aguirre *et al.*, 2005). Otros estudios realizados en Colombia muestran alturas de planta que varían de 2.68 a 4.15 m, con una longitud de entrenudos de 5.33 a 10.50 cm y un diámetro de 2.4 a 2.6 cm, con rendimientos de forraje que fluctuaron de 34.65 a 86.50 ton MS ha⁻¹, destacando las variedades Caribeña 8475, RD-7511 y Mayari-5465 sobre las variedades S-68, RD-1141 y Africana-75F1556 (Rincón, 2005).

Considerando lo anteriormente expuesto, se llevó a cabo el presente estudio con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico y rendimiento de forraje de nueve variedades de caña de azúcar bajo condiciones de temporal en el Estado de Nayarit.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Sitio Experimental "El Verdineño" - INIFAP, localizado en el municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, a una altitud de 60 msnm, clima cálido subhúmedo Aw₀, una precipitación promedio anual de 1201 mm, temperatura promedio anual de 24°C (35.8 - 10°C). Ocho meses de sequías, suelos con textura franco-arcillosa, de color rojo y café rojizo, de origen *in situ* y coluvial del tipo de los alfisoles (García y Falcón, 1979).

Los tratamientos estuvieron constituidos por nueve variedades de caña de azúcar, manejadas en la industria azucarera Nayarita (MEX-69290, RD-7111, MEX-79431, MY-5514, MEX-57473, MEX-69749, CP-722086, CR-7102 y SP-721753). Se utilizaron 27 parcelas experimentales de 30 m² (5x6 m) con cinco surcos distanciados por un metro y dos entre parcelas. La parcela útil fue de 12 m² (tres surcos centrales). El establecimiento de los materiales se llevó a cabo a principios del temporal (julio) de acuerdo al paquete tradicional utilizado en el Estado.

Las evaluaciones se llevaron a cabo ocho meses después de la siembra, considerando el tiempo en que estos materiales son factibles de utilizar como una fuente alternativa de forraje durante la época de sequía. Las variables evaluadas fueron: cobertura aérea (CA, %), plantas por metro lineal (PML, #), altura de planta (AP, m), diámetro del macollo (DM, cm), hojas senescentes (HS, #), hojas vivas (HV, #), ancho de hoja (AH, cm), largo de hoja (LH, cm), número de hijuelos por

macollo (NHM, #), peso de tallo (PT, g), diámetro del tallo (DT, cm), longitud de entrenudos (LEN, cm) y producción de materia seca (PMS, ton MS ha⁻¹).

La información generada fue sometida a un análisis de varianza, mediante un diseño completamente al azar con nueve tratamientos, tres repeticiones y pruebas de Tukey para detectar diferencias entre tratamientos (SAS, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información obtenida ocho meses después de la siembra se muestra en el Cuadro 1. Se observaron diferencias ($P < 0.05$) en el 92.3% de las variables de respuesta, excepto en NHM que no mostro diferencias ($P > 0.05$) entre variedades.

CUADRO 2. CARACTERISTICAS AGROMORFOLOGICAS Y PRODUCCION DE FORRAJE (Media \pm desv. estándar) DE NUEVE VARIETADES DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum*) BAJO CONDICIONES DE TROPICO SECO.

Variable	MEX-69290	RD-7111	MEX-79431	MY-5514	MEX-57473	MEX-69749	CR-7102	CP-722086	SP-721753	Media \pm D. est.
CA (%)	53.3 \pm 9.5e	93.3 \pm 9.5b	100 \pm 0.0a	66.1 \pm 31d	90 \pm 14c	93.3 \pm 4.7b	85 \pm 10.9c	91.7 \pm 8.6bc	98.3 \pm 2ab	85.67 15.68
PML (#)	15.6 \pm 2.6c	20 \pm 3.0a	17 \pm 2.9b	16 \pm 3.5c	14.6 \pm 0.4c	17.6 \pm 2.6b	15.3 \pm 3.4c	15 \pm 2.9c	14.6 \pm 3c	16.19 1.76
AP (m)	1.63 \pm 36c	1.85 \pm 36b	2.11 \pm 34a	1.96 \pm 30ab	1.87 \pm 29b	1.97 \pm 29a	1.74 \pm 42bc	1.83 \pm 38b	2.14 \pm 40a	1.9 0.16
DM (cm)	52.3 \pm 18.5a	55 \pm 18.2a	42.3 \pm 15.8b	45.7 \pm 17b	40 \pm 15bc	41 \pm 16b	44.4 \pm 15.5b	38.2 \pm 13bc	35.5 \pm 17bc	43.82 6.93
HS (#)	7.7 \pm 4.3a	7.1 \pm 2.8a	5.0 \pm 2.6b	5.5 \pm 2.6b	5.4 \pm 3.1b	5.2 \pm 2.6b	5.8 \pm 2.7b	4.4 \pm 2bc	4.0 \pm 2.5bc	5.57 1.19
HV (#)	9.7 \pm 2.1ab	11.3 \pm 4.8a	9.2 \pm 3.2bc	8.2 \pm 2.5c	8.2 \pm 2.5c	9.7 \pm 1.9ab	8.9 \pm 2.6bc	8.8 \pm 2.4bc	8.7 \pm 2.3bc	9.19 0.96
AH (#)	3.4 \pm 0.8c	3.9 \pm 0.7ab	4.2 \pm 0.8a	3.9 \pm 0.9ab	3.8 \pm 0.7ab	3.7 \pm 0.8ab	4.2 \pm 0.9a	3.8 \pm 0.7ab	3.8 \pm 0.9ab	3.86 0.25
LH (cm)	126 \pm 19.6b	119.3 \pm 23.4bc	131.3 \pm 25.2a	139 \pm 27a	126.9 \pm 24b	115.3 \pm 18.4c	127.5 \pm 21b	130.6 \pm 21ab	126.4 \pm 29b	126.9 6.83
NHM (#)	11.3 \pm 5.9a	11.3 \pm 6.3a	12.1 \pm 5.0a	10.6 \pm 4.9a	10.3 \pm 4.2a	11.6 \pm 6.9a	11.2 \pm 6a	10.6 \pm 7a	11.9 \pm 6.9a	11.21 0.61
PT (g)	717 \pm 34c	1040 \pm 415a	1160 \pm 316a	1099 \pm 403a	905 \pm 265b	759 \pm 300bc	1148 \pm 409a	993 \pm 370ab	1023 \pm 38ab	983 160
DT (cm)	2.4 \pm 0.3c	2.7 \pm 0.5ab	2.8 \pm 0.3a	2.9 \pm 0.5a	2.7 \pm 0.3ab	2.5 \pm 0.5bc	2.85 \pm 0.4a	2.5 \pm 0.5bc	2.6 \pm 0.3b	2.66 0.17
LEN (cm)	9.1 \pm 2.7c	12.2 \pm 2.6bc	13 \pm 2.1b	13.5 \pm 3.6b	13.7 \pm 2.5b	10.5 \pm 2c	13.4 \pm 2.4b	12 \pm 2.4bc	15 \pm 2.4a	12.49 1.79
PMS (Ton. MS ha ⁻¹)	51.3 \pm 26.8c	95.6 \pm 31.1a	81 \pm 21.4a	69.7 \pm 25.9b	58 \pm 20.5bc	64 \pm 26.7b	76.8 \pm 31.4ab	68.1 \pm 31.7b	67.9 \pm 33.4b	70.27 13.04

Donde: cobertura (CA, %), plantas por metro lineal (PML, #), altura de planta (AP, m), diámetro del macollo (DM, cm), hojas senescentes (HS, #), hojas vivas (HV, #), ancho de hoja (AH, cm), largo de hoja (LH, cm), número de hijuelos por macollo (NHM, #), peso de tallo (PT, g), diámetro del tallo (DT, cm), longitud de entrenudos (LEN, cm) y producción de materia seca (PMS, ton MS ha⁻¹).

^{ab} Literales diferentes entre variedades de caña indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Las variedades más sobresalientes ($P < 0.05$) en cuanto a CA fueron MEX-79431, SP-721753 y MEX-69749 con 100, 98.3 y 93.3%, respectivamente, mientras que las de menor CA fueron MEX-69290 y MY-5514 con 53.3 y 66.1%, respectivamente. En cuanto a PML, la variedad RD-7111 resaltó ($P < 0.05$) con 20.3 pl ml⁻¹, mientras que la menor densidad se presentó en las variedades SP-721753 y MEX-57473 con 14.6 y 14.6 pl ml⁻¹, respectivamente. Para AP, del suelo al nacimiento de última hoja varió ($P < 0.05$) de 1.63 a 2.14 m, observándose que las variedades sobresalientes fueron SP-721753, MEX-79431 y MEX-69749 con 2.14, 2.11 y 1.97 m, respectivamente. Éstos resultados superaron ampliamente a las AP observadas por García (2004) con y sin el uso de fertilizante con 1.13 vs 1.05 m, respectivamente).

En el cuadro de resultados se observa que las variedades con mejor comportamiento fueron MEX-79431 y RD-7111, las cuales mostraron resultados diferentes ($P < 0.05$) en 8 y 7 de las variables, respectivamente, seguidas de las variedades MY-5514 y CR-7102 con respuesta favorable en 4 de las variables evaluadas. Asimismo, se observa que las variedades MEX-57473 y CP-722086 solo destacaron en una sola variable (NHM), con valores de 10.3 y 10.6 hijuelos, respectivamente.

Respecto a la producción de forraje, también se presentaron diferencias ($P < 0.05$) entre variedades, observándose una producción promedio de 70.27 ± 13 ton MS ha^{-1} , con fluctuaciones desde 51.3 a 95.6 ton MS ha^{-1} . En este caso, los materiales más productivos fueron RD-7111 y MEX-79431 con 95.6 y 81.0 ton MS ha^{-1} , respectivamente, mientras que la menos productiva fue MEX-69290 con 51.3 ton MS ha^{-1} . Finalmente, los resultados la caracterización morfológica y productiva de estos materiales como forraje alternativo para ruminantes, confirman lo estipulado por diversos autores (Fundora, 1998; Aranda, 2001; Aguirre *et al.*, 2005; Espinoza *et al.*, 2006), quienes coinciden en que la utilización de la caña de azúcar en ruminantes mantiene niveles adecuados de producción en épocas críticas, evitando así pérdidas de peso en los animales durante la época de sequía.

CONCLUSIONES

Las variedades RD-7111, MEX-79431 y CR-7102 son las que mejores características morfológicas y productivas presentaron bajo condiciones de temporal en áreas de trópico seco. Sin embargo, antes de hacer recomendaciones sobre su utilización en los sistemas de producción ganadera, se requiere evaluar su composición química y digestibilidad para emitir recomendaciones más sólidas sobre su uso en la alimentación de ruminantes.

LITERATURA CITADA

- Aranda, IEM. 2001. Caña de Azúcar: Suplemento alimenticio para el ganado. En Memoria X Día del Cañero. Colegio de posgraduados en Ciencias Agrícolas, Campus Tabasco. Cárdenas, Tabasco, México. 72 p.
- Aguirre, HA., Espinoza GMM., Stuart MR., Ramos QA., Rodríguez PMA y Rubio CT. (2005). Evaluación de características forrajeras de siete variedades de caña de azúcar en Nayarit. En Mem: XLI Reu. Nal. Inv. Pecu. México. Cuernavaca, Morelos. p 165.
- Delgado, FA. (1998). La caña de azúcar. Valor nutritivo y utilización en ganado bovino. En. Mem. Curso. Estrategias de alimentación para ganado en el trópico. FIRA - C.D.T. Tantakin. Yuc. pp. 70-90.
- Espinoza, F., P. Argenti, C. Carrillo, C. Araque, A. Torres y A. Valle. 2006. Uso estratégico de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en novillas mestizas gestantes. *Zootecnia Tropical* 24(2): 95-107.
- Fundora, O. 1998. La caña de azúcar: Valor nutritivo y utilización en ganado bovino. En. Mem. Curso estrategias de alimentación para ganado en el trópico. FIRA-C. D. T. Tantakin. Yuc. pp. 70-90
- García, ME. y Falcón GZ. (1979). Nuevo Atlas de la República Mexicana. Ed. Porrúa, S.A. pp. 62-63.
- García, BCE. (2004). Evaluación agronómica y económica de tres programas de fertilización en caña de azúcar, Compañía Azucarera Tres Valles. Valle de Cantarranas, Honduras. Tesis de Licenciatura. Ciencia y Producción Agropecuaria. Universidad Panamericana, Honduras. 30 p. disponible en: http://tzamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2004/T1914.pdf (Enero de 2011).
- Hinojosa, BM. (2000). La Caña de Azúcar. En: Estrategias para el establecimiento, manejo y utilización de los recursos forrajeros en Nayarit. En: Manual de Capacitación. Bloque no. 1. Tepic, Nayarit. pp. 52-57.
- Martín, MPC. (2004). La alimentación del Ganado con caña de azúcar y sus subproductos. 1ª. Ed. EDICA. Instituto de Ciencia Animal. La Habana Cuba. 193 p.
- Rincón, CA 2005. Evaluación agronómica de variedades de caña de azúcar con potencial forrajero en el piedemonte llanero. *Revista CAORPOICA* 6(2): 60-68.
- Rubio, CJV, Bonilla CJA, Villanueva AJF y Bustamante GJJ. (2003). Estrategias de alimentación en épocas de estiaje. En: Mem. Curso Teórico-Práctico Impartido a ganaderos y empresas apoyadas por FONAES. INIFAP-FONAES. 57 p.
- SAS. (2003). User's Guide: statistics. SAS Inst. Cary, NC. USA.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN CUATRO VARIEDADES DE SORGO FORRAJERO EN CLIMA TEMPLADO

PLANT GROWTH ANALYSIS TO CONTRAST FOUR FORAGE SORGHUM FOR TEMPERATE AREAS

Alejandra Pérez Hernández¹, Adrián Raymundo Quero Carrillo¹, José Alberto Escalante Estrada¹,
Leopoldo Mendoza Onofre, Ma. Teresa Rodríguez González¹, Santiago Garduño Velázquez²

¹Colegio de Postgraduados Campus Montecillo ²Universidad Autónoma Chapingo
queroadrian@colpos.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue realizar el análisis de crecimiento de cuatro variedades de sorgo forrajero en clima templado. El estudio se realizó en Texcoco estado de México. Se utilizaron cuatro variedades. Para la evaluación del cultivo se registró materia seca y área foliar, además se calculó el índice de área foliar (IAF), tasa de asimilación neta (TAN), tasa de crecimiento del cultivo (TCC) y razón de área foliar (RAF). Los resultados indican que la variedad que nos aporta mayor producción de materia seca por metro cuadrado fue Silo Miel con 588 g m⁻²; de la misma manera, esta superioridad se ve reflejada en el IAF donde esta misma variedad presentó mayor aumento en comparación al resto de variedades evaluadas, a partir del segundo corte. Silo Miel también mostró TCC y RAF superiores. Silo Miel resultó superior en producción de materia seca, en comparación con otras variedades, bajo las condiciones templadas del altiplano central de México, incluyendo la variedad local que es Caña dulce.

Palabras Clave: Comparación de variedades, sorgo forrajero, análisis de crecimiento.

INTRODUCCIÓN

La fenología se refiere al estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas (Volpe, 1992; Villalpando y Ruiz, 1993; Schwartz, 1999). El ciclo biológico cambia con el genotipo y con los 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 la fecha de siembra, fotoperiodo, temperatura, suministro de humedad, componente genético y el manejo del cultivo.

El sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench.] es de origen tropical, pero ha sido adaptado bien a las regiones templadas a través de selección. Es utilizado como alimento para personas y animales en África y Asia, es un cultivo importante en la alimentación del ganado en Argentina, Australia, México, Sudáfrica y los EE.UU. Por su velocidad de crecimiento, fácil manejo, tolerancia a sequía y rendimiento en materia seca, el sorgo es utilizado como forraje y 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 las diferentes condiciones agroecológicas del país, donde pueden ser utilizados como forraje fresco, heno o ensilaje. Se desarrolla bien desde nivel del mar hasta los 2200 msnm, 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 (Carrillo y Ruiz, 2004), la mayoría de los trabajos fueron enfocados a sorgo para grano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el ciclo Primavera-Verano 2013 en el Colegio de Postgraduados campus Montecillo, estado de México (19° 29' N, 98° 51' O y 2250 msnm). Con 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 un suelo migajón arenoso, ligeramente alcalino con un pH de 7.8. La siembra se realizó el 12 de abril con cuatro variedades de sorgo forrajero: Caña dulce, Esmeralda, Fortuna y Silo miel, con una lámina de riego de 12 cm. La unidad experimental estuvo constituida por 5 surcos de 5 m de largo y 65 cm entre surcos, en un arreglo bajo un diseño experimental con Bloques al Azar, con cuatro repeticiones. Después de la emergencia se aclareo la población origina, para dejar una densidad de 170,000 plantas por hectárea (Reta *et al.*, 2010), 22 días después de la siembra se dio un riego de auxilio (12 cm lamina de riego). 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.

En el análisis de crecimiento se registraron las etapas fenológicas de cada variedad: etapas vegetativas (V-1 = emergencia, V-2 = lígula de la tercer hoja visible, V-3 = lígula de la quinta hoja visible, V-4 = diferenciación del punto de crecimiento, V-5 = hoja final visible en verticilo) y etapas reproductivas (R-6 = panícula extendida dentro de la vaina de la hoja bandera, R-7 = mitad de las plantas en etapa de floración, R-8 = carióspside masoso suave, R-9 = carióspside masoso duro, R-10 madurez fisiológica, máxima acumulación de peso seco (Solórzano, 2007). Antes de los muestreos se tomaron lecturas de intercepción luminosa, los muestreos fueron destructivos y se realizaron a 24 días después de la siembra (dds), 59 dds y 110 dds; en cada muestreo, se tomaron tres plantas, las cuales se separaron en tallo, inflorescencia y hoja, esta última se llevó al integrador de área foliar, posterior a estufa de aire forzado a 80⁰ C durante 72 horas, con el fin de tomar el peso seco por componente (MS, g m⁻²). Se calculó el índice de área foliar (IAF), mediante la formula:

$$IAF = [(AF/NP) * (DP)] / 100 \text{ dm}^2,$$

Donde: AF= área foliar (dm²), NP= número de plantas muestreadas y DP= número de plantas m².

Con los pesos secos de muestra se calcularon las tasas medias de: crecimiento del cultivo (TCC), asimilación neta (TAN), asimilación neta y razón de área foliar (RAF; Hunt, 1990; Escalante y Kohashi, 1993):

$$TCC = [(PS_2 - PS_1) / (T_2 - T_1)]$$

Donde:

PS₂ y PS₁ representan el peso seco de la la planta en T₂ y T₁, respectivamente y A representa el área ocupada por la planta.

$$TAN = [(PS_2 - PS_1) / (IAF_2 - IAF_1)] / [\ln IAF_2 - \ln IAF_1] / (T_2 - T_1)$$

PS₂ y PS₁ son el peso seco de la materia de planta, ln IAF₂ e ln IAF₁ son logaritmos naturales del índice de área foliar en el tiempo T₂ y T₁, respectivamente.

$$RAF = [(AF_1 / PS_1) + (AF_2 / PS_2)] / 2$$

AF₁ y AF₂, representan el área foliar de planta, PS₁ y PS₂ es el peso de la materia seca de planta, respectivamente

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapas fenológicas. El amacollamiento en Caña dulce y Silo Miel se observó a partir del 04 de mayo (22 dds), las otras dos variedades mostraron escaso amacollamiento. A partir de la quinta hoja ligulada, el tallo del sorgo empezó a elongarse. La materia muerta se presentó en todas las variedades a partir del 10 de junio (59dds), siendo mayor en la variedad Silo Miel con 0.57 g m⁻².

Las etapas fenológicas del sorgo se dividieron en vegetativas y reproductivas; sin embargo, las etapas R-9 y R-10 aún no se miden, de una etapa a otra se decidió cuando la parcela estaba en un 50% de su totalidad de plantas. Con respecto a otros sorgos forrajeros se a encontrado que la emergencia sucede al quinto día y la etapa R-6 de 46 a 58 días (Carrillo y Ruiz, 2004; Cuadro 1). Cuadro1. Etapa vegetativa y reproductiva en cuatro variedades de sorgo forrajero.

Variedad	Etapa vegetativa					Etapa reproductiva		
	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5	R-6	R-7	R-8
Esmeralda	7	21	35	69	76	80	89	99
Fortuna	8	24	44	110	120	127	138	-
Silo miel	7	21	35	81	89	96	104	120
Caña dulce	7	21	35	72	80	89	96	111

DDS: días después de la siembra.

Índices de crecimiento. Los rendimientos de materia seca, fueron superiores ($P < 0.05$) para la variedad Silo Miel con 588 g m^{-2} y el menor rendimiento en Fortuna con 261 g m^{-2} , en otros estudios con sorgo forrajero se han obtenido rendimientos de 17.1 , 16.1 y 13.8 t ha^{-1} en variedades Sweet Virginia, Big Kahuna y Sucro-Sorgo respectivamente (Bolaños *et al.*, 2012; Fig. 1; Fig. 2).

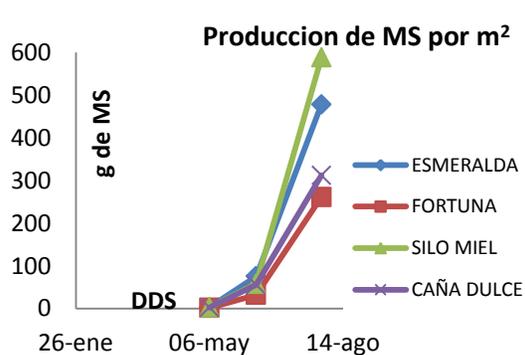


Figura 1. Produccion de materia seca (MS)

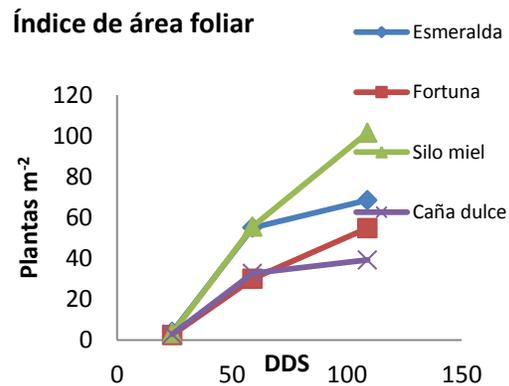


Figura 2. Índice de área foliar

En otro trabajo revisado con ciclo riegos se han obtenido rendimientos de 20 a 32 t ha^{-1} , con dos cortes (Carrillo y Ruiz, 2004), estos datos son por mucho superiores a los obtenidos en el presente experimento. El índice de área foliar fue mayor ($P < 0.05$) en la variedad Silo Miel desde el primer hasta el último corte y el menor valor, se observó en Caña Dulce; la cual, en un inicio mostró un desarrollo semenjante a la variedad Fortuna.

La tasa de asimilacion neta es el indicador de la eficiencia del tejido asimilatorio para la produccion de materia seca (Figura 5). Carrillo y Ruiz (2004), encontraron valores superiores en TAN de 14 a $22 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ y TCC valores de 2 a $6 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, en comparación con los reportados en el presene estudio.

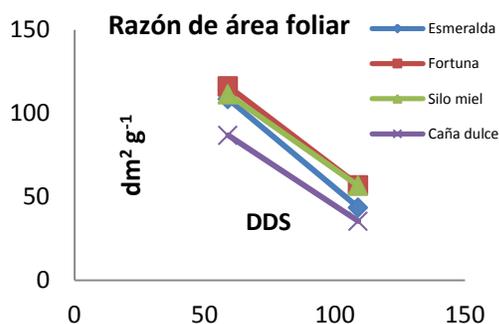


Figura 3. Razón de área foliar (RAF)

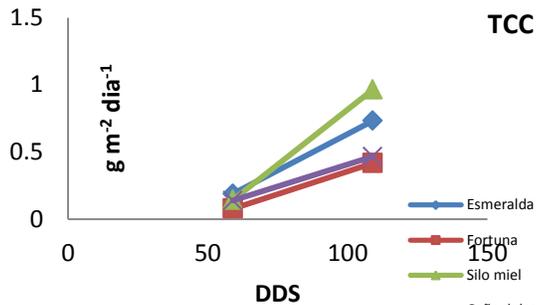


Figura 4. Tasa de crecimiento del cultivo

La razón de área foliar expresa la relación entre la cantidad de material asimilatorio por unidad de materia seca producido por planta, siendo de mejor comportamiento la variedad Silo miel ya que es más eficiente en el dosel vegetal. La TCC es la velocidad de producción de materia seca por unidad de área sembrada por unidad de tiempo, donde se observa en la figura 4 la variedad Silo miel fue la más sobresaliente.

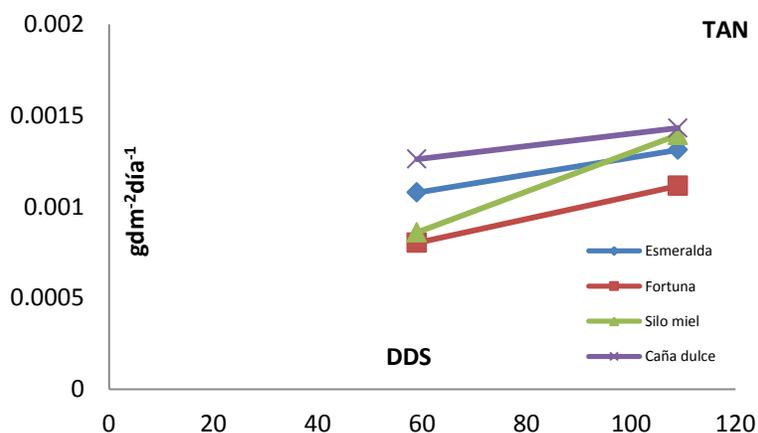


Figura 5. Tasa de asimilación neta

CONCLUSIONES

Silo Miel presentó mejor comportamiento productivo como resultado de mayor eficiencia para los parámetros de crecimiento evaluados, y presentó la mayor producción de materia seca por m².

AGRADECIMIENTOS. Los autores desean manifestar su agradecimiento al Fideicomiso de Investigación Colegio de Postgraduados; el cual, financió el desarrollo de esta investigación a través de las Líneas Prioritarias de Investigación (LPI) 11 y LPI-16.

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

- Carrillo, J. C. y Ruiz, J. 2004. Producción de forraje en sorgo y mijo: variables de crecimiento. *Agronomía Mesoamericana*. 15(1): 69-76.
- 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.
- Hunt, R. 1981. Plant Growth Analysis. The Institute of Biology's Studies in Biology. No. 96. Edward Arnold Publishers LTD. London.
- Reta S. D. G., Cruz C. S., Palomo G. A., Serrato C. J. S. y Cueto W. J. A. 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. Pecuarias*, Mérida, v. 1, n. 1, marzo 2010.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2012. <http://www.siap.gob.mx/> Accesada el 1 de marzo de 2013.
- Schwartz, M. D. 1999. Advancing to full Bloom: planning phenological research for the 21 st century. 42: 113-118.
- Villalpando, J. y A. Ruiz, 1993. Observaciones Agrometeorológicas y su uso en la agricultura. Ed. Limusa, México. p. 133.
- 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.

EVALUACIÓN PRODUCTIVA Y BROMATOLÓGICA DE FUENTES FORRAJERAS SEMBRADAS BAJO CONDICIONES DE SEQUÍA ATÍPICA EN REGIONES SEMIÁRIDAS DEL ESTADO DE ZACATECAS.

BROMATOLOGICAL AND PRODUCTIVE EVALUATION OF FORAGE SOURCES PLANTED
UNDER UNUSUAL DROUGHT CONDITIONS IN SEMIARID REGIONS OF ZACATECAS STATE.

García-García A.¹, Gutiérrez-Bañuelos H.¹, Sánchez-Gutiérrez R. A.², Gutiérrez-Luna R.², Quero-Carrillo A.³, Espinoza-Canales A.¹, Muro-Reyes A.¹, Gutiérrez-Piña F.J.¹

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-CIRNOC-CEZAC. Zacatecas. ³Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

gtzbahector@hotmail.com

RESUMEN

Las regiones semiáridas han sido usadas para actividad agrícola de temporal, tratando de proveer forraje al ganado que allí habita. Durante el año que se realizó el presente trabajo (2012) se presentó una de las sequías más severas presentándose sólo el 60% de lluvia del registro histórico. El trabajo de investigación se estableció con el objetivo de evaluar la producción y el perfil bromatológico de varias fuentes de forraje. Los tratamientos incluyeron la siembra de nopal, maíz (v. cafime) sembrado en curvas a nivel (Maíz CN), maíz sembrado sin curvas a nivel (Maíz ST), siembra de Avena (v. Cuauhtemoc) a doble hilera (Avena DH), y siembra de avena asociada con ebo (*Vicia sativa*), usando como grupo testigo la producción de pastos del agostadero. El maíz ST produjo más cantidad de forraje verde (12080 kg) por ha ($P<0.05$) que los demás cultivos. No se presentaron diferencias ($P>0.05$) entre el grupo testigo (Pastos) y las otras siembras en cuanto a la producción de forraje verde. En cuanto a producción de materia seca por ha, el maíz ST obtuvo mayor producción (2139 kg) ($P<0.05$) que los demás cultivos pero no hubo diferencia en cuanto a éste con la producción de pastos del agostadero (1197 kg). El perfil bromatológico muestra que los tratamientos de avena tuvieron mayor cantidad de PC (16.2 y 15.7% para Avena DH y avena con ebo, respectivamente) que el nopal (6.6%), siendo similar a los demás tratamientos, incluyendo la producción de pastos del agostadero (12.2). El nopal mostró los menores niveles de FND y FAD (36.1 y 14.6%, respectivamente). Se concluye que durante una sequía atípica donde cae sólo el 60% de la lluvia esperada, en condiciones semiáridas los pastos de agostaderos tienen pocas diferencias productivas y bromatológicas a los cereales o nopal forrajeros sembrados.

Palabras clave: Forrajes, sequía atípica, producción, perfil bromatológico.

ABSTRACT

Semiarid regions have been used for rainfed farming, providing forage to the cattle that growth under these conditions. During the year elapsed for the present research (2012), it was presented one of the most severe droughts, observing less than half of the historical record rain. Main objectives of this paper were to evaluate yield and bromatological profile of forages sources. Treatments included planting opuntia, corn planted in contour (Corn CN), corn without contour (Corn ST), oats planted in double rows (oat DR), and association of oat and ebo (oat/ebo), using rangeland grasses as production control group. "Corn ST" treatment produced more green forage (12080 kg) per ha than the other crops. There were no differences ($P>0.05$) among control group (rangeland grasses) and the other crops on green forage production. Dry matter production per ha showed that corn ST yield higher levels (2139 kg) ($P<0.05$) than the other crops but no difference

was observed with rangeland grasses (1197 kg). Bromatological profile showed that oat treatments yield more CP (16.2 and 15.7 for oat DR and oat/evo, respectively) than opuntia, but similar than the others. Opuntia produced lowest levels of NDF and ADF (36.1 and 14.6%, respectively) compared with the others. It is concluded that during severe drought conditions where rainfall is less than 60% of the historical record, rangeland grasses shown minimal yield and bromatological differences to the forage crops and opuntia planted.

Key words: Forage, severe drought, yield, bromatological profile.

INTRODUCCIÓN

En Zacatecas las zonas áridas y semiáridas ocupan aproximadamente el 70 % de la superficie. En el Altiplano Zacatecano más de 5 millones de ha se dedican a la explotación pecuaria extensiva, donde se practica el pastoreo continuo en los agostaderos. Especies naturales en los agostaderos (pastos, arbustivas, hierbas, cactáceas), son de gran valor forrajero cambiando su contenido de nutrientes y la disponibilidad en cada estación del año. Sin embargo, la vegetación nativa no satisface completamente la demanda total de materia seca de la población ganadera. Para solventarla los productores recurren al uso de forrajes cultivados y residuos de cosecha, los cuales juegan un papel preponderante en la sostenibilidad de los sistemas de producción (Ibarra., *et al* 2007). La agricultura de temporal para la producción de forrajes está influenciada por las condiciones climáticas, principalmente por la distribución irregular de las lluvias y por la incidencia de heladas. Es importante definir la época en que se presentan periodos de excesos de agua y definir algunas técnicas para su uso *in situ* y lograr un aprovechamiento óptimo (Arteaga., *et al* 2000). La mayor parte del territorio nacional concentra las lluvias de Junio a Septiembre con lluvias bajas en invierno (Semarnat, 2005). La sequía puede afectar la actividad agrícola y pecuaria, si el productor no maneja racionalmente sus recursos vegetales y animales, pudiendo dañar negativamente no solo su economía inmediata, sino también a largo plazo (Serrato., *et al* 2001). El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la producción y perfil bromatológico de cereales forrajeros sembrados en áreas agrícolas y nopal forrajero comparados con los pastos de agostaderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un rancho ubicado en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas, situado en las coordenadas geográficas 102° 36'24 Longitud Oeste y 23°36'3 Latitud Norte, con una altitud de 2010 msnm. Los tratamientos incluyeron la siembra de nopal (*Opuntia spp.*), maíz (*Zea mays*, v. cafime) sembrado en curvas a nivel (Maíz CN), maíz sembrado sin curvas a nivel (Maíz ST), siembra de Avena (*Avena sativa* v. Cuauhtemoc) a doble hilera (Avena DH), y siembra de avena asociada con ebo (*Vicia sativa*) (60:40), usando como grupo testigo la producción de pastos del agostadero.

El maíz se sembró el 22 de julio con una densidad de siembra de 40 kg/ha, recolectando muestras el 25 de Octubre. Tanto en siembra tradicional como en curvas a nivel se muestrearon aleatoriamente 6 surcos de 0.76 m de ancho por 1m de largo, siendo cada surco una repetición. La siembra de la avena como monocultivo y en asociación se realizó el 21 de julio del 2012 con una densidad de siembra de 70 kg/ha, las muestras se recolectaron el 25 de Octubre. El diseño fue completamente al azar con cuatro repeticiones cada tratamiento muestreando surcos de 0.76 m por 1m de largo.

El nopal forrajero se plantó el 2 de junio del 2012 con una densidad de 6100 plantas por ha, plantando sólo una planta. Las muestras se recolectaron el 18 de octubre, siendo el diseño del experimento completamente al azar con diez repeticiones, la unidad experimental fue el total de pencas nuevas que crecieron en una planta. Como grupo testigo se utilizó un agostadero libre de

pastoreo desde el mes de Junio, tomando 8 muestras aleatorias de 1m de ancho por 2m de largo el 25 de Octubre. Las muestras recolectadas en el agostadero contenían principalmente, zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), Pasto navajita (*Bouteloua gracilis*), pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*) y hierbas anuales. El ciclo de cultivo del año 2012 fue afectado por la sequía y la distribución temporal de la lluvia. La precipitación del año del experimento (228 mm) y el histórico (374mm) es presentada en Cuadro 1.

Cuadro 1. Precipitación observada (Rancho) e histórica en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2012	3	18	0	0	0	28	98	5	72	4	0	0
Histórico	19	5	2	9	21	54	69	76	61	33	14	11

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en el Cuadro 2. La distribución de la lluvia a lo largo del tiempo y la cantidad de precipitación tienen efectos definitorios en la productividad de áreas de cultivo y en menor escala en los agostaderos. No obstante se usaron técnicas de siembra para incrementar la cantidad de los cereales sembrados, como curvas a nivel, siembra a doble hilo, y la asociación de cultivos (Farrell y Altieri, 1997), no se observaron mejorías en la cantidad o calidad del forraje producido. La mayor productividad (4.5X) en forraje verde se obtuvo con el maíz sembrado sin curvas a nivel. Lo cual no parecería lógico siendo que se usaron curvas a nivel, lo que demuestra que los microsistemas y características del suelo tuvieron más efecto que las técnicas usadas para captar el agua. Además de que la sequía (60% del promedio histórico) se manifestó en un crecimiento errático de los cultivos. Los tratamientos de avena y avena con ebo mostraron la mayor cantidad de PC, siendo ligeramente superiores a lo reportado por otros autores (Espitia *et al.*, 2012) siendo al menos 9% BS mayores que el nopal, el cual presentó la menor cantidad.

Cuadro 2. Perfil bromatológico y productividad de diferentes cereales, nopal y pastos de agostaderos bajo condiciones de sequía en climas semiáridos.

	Pastos	Nopal	Maíz CN [*]	Maíz ST [#]	Avena DH ^{&}	Avena/evo	EEM	P=
MS, %	49.7a	8.4b	25.0ab	16.8b	37.4a	29.9a	7.8	0.001
Cenizas, %	11.0a	15.8ab	14.7ab	10.6a	18.1b	18.4b	3.9	0.012
MO, %	89.0a	84.2ab	85.3ab	89.4a	81.9b	81.6b	4.4	0.012
PC, %	12.2ab	6.6a	13.8ab	12.2ab	16.2b	15.7b	2.1	0.001
FND, %	57.8b	36.1a	56.7b	61.9bc	51.7b	67.2c	7.1	0.001
FAD, %	43.2c	14.6a	30.9b	35.3b	31.9b	33.1b	3.9	0.001
kg/ha	2497a	2090a	1849a	12080b	1348a	1446a	3875	0.002
kg/MS/ha	1197ab	170b	365b	2139a	315b	363b	622	0.001

*Maíz CN= Maíz sembrado en curvas a nivel; #Maíz ST= Maíz siembra tradicional sin curvas a nivel; & Avena DH= Avena sembrada a doble hilera. ^{abc}Diferentes literales dentro de cada renglón difieren con P<0.05 mediante la prueba de poder de Tukey.

CONCLUSIONES

Durante una sequía atípica donde calló sólo el 60% de la lluvia esperada en condiciones semiáridas, los pastos de agostaderos tienen pocas diferencias productivas y bromatológicas en comparación con cereales como el maíz y avena, o el nopal forrajero sembrados.

LITERATURA CITADA

- Arteaga, R. T., P. M. A. Vázquez, M. P. M. Coras, Z. R. Castro. (2000). Estudio de la lluvia, del balance hídrico, (así como el diseño y restauración de obras de captación hídrica) en zonas semiáridas y áridas de México. VII Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Chapingo, México.
- Espitia Rangel, E., Villaseñor Mir, H. E., Tovar Gómez, R., de la O Olán, M., & Limón Ortega, A. (2012). Momento óptimo de corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(4), 771-783.
- Farrell, J. G., & Altieri, M. A. (1997). *Sistemas agroforestales. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable.* (Ed. MA Altieri). CLADES/ACAO. La Habana, Cuba, 163.
- Ibarra, F. A. F., M. H. R. Martín, A. S. Ortega, F. B. Denogeen, S. M. Moreno. (2007). Alternativas prácticas de conservación y mejoramiento de agostaderos en zonas áridas y semiáridas para su uso en la ovinocultura. INIFAP. Hermosillo, Sonora.
- Inegi (2012). www.cuentame.inegi.org.mx accesado el 15 de julio del 2013.
- Semarnat, 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Edición 2005. México.
- Serrato, R. S., A. G. Ponce, L. M. López. (2001). Utilización de Carga Animal Moderada para Prevenir Daños por Sequía en la Explotación Pecuaria Extensiva. Memorias de la VII Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Chapingo. México.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE VARIEDADES DE BERMUDA EN LA ÉPOCA SECA Y FRÍA, EN TEMPORAL.

PLANT GROWTH ANALYSIS FOR BERMUDA GRASS VARIETIES DURING THE COLD SEASON

F. J. Hernández Guzmán^{1,3}, J. Salazar², N Elizondo², AR Quero C¹

1. *Campus* Montecillo, Colegio de Postgraduados; 2. Forrajera Elizondo.
Apodaca, NL 3. INIFAP. San Luis Potosí

RESUMEN

El objetivo fue estudiar la producción de MS, tasa de crecimiento (TC), índice de área foliar (IAF) y área foliar específica (AFE) de cuatro variedades de pasto Bermuda en época seca y fría, en temporal. Los muestreos se realizaron cada 28 días de septiembre 2012 a abril 2013. Las variedades utilizadas incluyeron C101, Mohawk, Ranchero y Sahara. Durante abril de 2012, se trasplantó en parcelas de 2x2 m, se dieron riegos de establecimiento y, durante agosto de 2012 se aplicó corte de homogenización, evaluándose en cortes la MS aérea a 1cm del suelo. Se evaluaron componentes morfológicos: Tasa de Crecimiento (TC), Área Foliar Específica (AFE) e Índice de Área Foliar (IAF). Las parcelas se arreglaron bajo un diseño completamente al azar y los datos se analizaron utilizando GLM de SAS con tres repeticiones y un análisis de regresión para cada variable. Los componentes morfológicos variaron de manera significativa en las diferentes fechas de muestreo ($P < 0.01$). La TC de todas las variedades fue afectada por disminución de temperaturas y está correlacionada de manera negativa con AFE en C101 y Sahara y positiva en Mohawk y Ranchero ($P < 0.05$). El IAF y AFE son afectadas de igual manera por la presencia de bajas temperaturas, pero siempre fue evidente el rebrote bajo las condiciones ambientales en el sitio de estudio. Se documentaron diferencias entre variedades para crecimiento a bajas temperaturas.

Palabras clave: Comparación variedades, *Cynodon dactylon*, Producción en bajas temperaturas.

Introducción. Bermuda *Cynodon dactylon* (L.), es una planta cosmopolita que se reproduce por semilla y vegetativamente. La rápida propagación estolonífera de éste forma césped y la hace competitiva por recursos (Horowitz, 1996). Bermuda es originaria de África e India e introducido en 1751 a Georgia, USA (Elmore y Cudney 1998) y cultivado en trópicos y subtropicos para pastoreo y retención de suelo (Anderson *et al.*, 1999). En el NE de México, Bermuda (*Cynodon dactylon*) eleva la producción de forraje y carga animal durante primavera y otoño. Bermuda crece en zonas con más de 410 mm de lluvia al año (Carey, 1995). En zonas áridas, ocurre mayor crecimiento en suelos arcillosos y alcalinos (Newman 1992). La acumulación de materia seca (MS) depende del área foliar por unidad de superficie (IAF; Aguilar-García *et al.*, 2005). El Área Foliar Específica (AFE), definida como razón entre área foliar y peso de hoja, se traduce como la foliosidad de planta con base a peso seco (Hunt, 1990). El AFE indica el crecimiento vegetal al detectar cambios en la razón de AF y varía con la época del año (Lee y Heuvelink, 2003). El crecimiento en Bermuda es mejor entre 35 - 40°C y mínima de 10 °C (Carey 1995). Carey (1995), documentó un cultivar que sobrevivió tres temporadas a temperaturas tan bajas como -22 °C. A pesar de lo cual, Bermuda es importante sólo en áreas con inviernos moderados (USDA, 2000); sin embargo, la producción de MS en la época seca y fría no ha sido documentada en México. El objetivo del estudio fue evaluar el crecimiento en cuatro variedades de Bermuda, durante la época seca y fría, en condiciones de temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo del 15 de marzo de 2012 al 22 de abril de 2013 en el Colegio de Posgraduados *Campus* Montecillo Edo. de Méx., a 2240 msnm con temperatura media anual de 12 a 18°C y 550 mm de pp (García 1981). Suelo franco arenoso, pH 7.8 y 2.4% de materia orgánica, clasificado como Typic ustipsamments (Ortiz, 1997). Se utilizaron cuatro variedades: C101, Mohawk, Ranchero y Sahara. Se produjeron plántulas en invernadero y el trasplante se realizó el 22 de junio de 2012 en el *Campus* Montecillo del Colegio de Postgraduados: 19° 27'49" Norte y 98° 54'44" Oeste, en parcelas de 12 x 12 m para cada variedad, para tal actividad, se colocaron las plántulas en surcos a 10 cm de distancia y 5 cm de distancia entre plantas, a 5 cm de profundidad y se agregó suelo hasta la corona de cada conjunto de plantas. Posteriormente, se regó. No se regó durante la temporada de lluvias (julio-octubre), pero sí de manera auxiliar. Se realizó corte de homogenización el 13 de agosto de 2012 a 1 cm del suelo con tijeras. Se marcaron tres áreas de muestreo (20 x 20 cm) distribuidas al azar dentro de cada parcela y cada 28 días se muestreó MS producida a 1 cm del suelo. El material cosechado se separó en laboratorio en componente: lámina foliar, tallo, espiguilla y material muerto (MM). Se inició registró de área foliar (cm²) el 31 de diciembre de 2012 con integrador de área marca Omnilab y con estos datos y, en base al área de muestreo, se obtuvo Índice de Área Foliar (IAF). Al dividir el área foliar entre MS de hojas por planta, se obtuvo Área Foliar Específica (AFE). Cada componente foliar separado, se colocó en sobres de papel y se secaron en estufa de flujo a 62°C, por 48 h y se pesó en báscula analítica Scientech ZSA120 (0.001g). Las variables de respuesta incluyeron: 1). Composición morfológica (kg MS ha⁻¹). Separando la totalidad de MS de cada muestra. 2). Tasa de crecimiento (Garduño *et al.*, 2009). Los datos de forraje cosechado dentro de las áreas de muestreo, se calcularon bajo la siguiente fórmula: $TC = FC/t$; donde TC= tasa de crecimiento de forraje (kg MS ha⁻¹ d⁻¹); FC= forraje cosechado (kg MS ha⁻¹); t=días transcurridos entre defoliaciones (28 d). 3). Índice de Área Foliar (cm²/m²). 4). Área Foliar Específica (cm²/g). Se usó un Diseño Completamente al Azar con tres repeticiones, procedimiento GLM de SAS (1999) y Tukey al 5% para separar medias. Se realizó análisis de regresión múltiple (Stepwise) para determinar el efecto de las variables independientes (MS de hoja, tallos, inflorescencias y material muerto) en el rendimiento de MS total, como variable dependiente (Herrera y Barreras, 2000). Se obtuvieron datos de precipitación, t^o y radiación de la estación meteorológica, localizada a 400 m del sitio. La tasa de crecimiento para cada variedad se ajustó con un modelo polinomial de segundo orden, de la forma: $Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \epsilon_i$. Se realizó análisis de correlación entre TC y AFE, del 31 de diciembre 2012 a abril 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados. Los promedios de temperaturas mínimas inician en octubre 2012 e incrementan hasta abril de 2013 y la concentración de lluvia se presentó de mayo a septiembre. **Composición morfológica.** Los componentes morfológicos variaron con la edad de rebrote ($P < 0.05$). En general, se observó una producción de MS normal, la t^o mínima extrema ocasiona nulo crecimiento aéreo (Fig. 1). En las cuatro variedades, mayor MS de hoja se observó en abril; de tallos, en septiembre y, de MM, en febrero. Las pérdidas de MS por senescencia aumentaron a menor temperatura ($P < 0.05$), la MS aérea producida declinó en febrero y marzo y, a partir de abril, se recobró la emisión de vástagos y hoja. Para MS total de hoja no se observaron diferencias ($P > 0.05$); sin embargo, C101 mostró la mayor acumulación. Entre muestreos, solamente hubo diferencias en octubre ($P < 0.05$) y C101 mostró mayor MS de hoja en cada fecha de muestreo. En MS total de tallo, se observaron diferencias ($P < 0.05$), C101 y Mohawk fueron diferentes a Ranchero y Sahara. Entre muestreos, solamente se observó diferencia para el corte de diciembre y Mohawk fue mayor ($P < 0.05$), pero similar a C-101 ($P > 0.05$) y diferente de Ranchero y Sahara ($P < 0.05$). Para MM no se observó diferencia en total ($P > 0.05$); sin embargo, C101 fue mayor en comparación a Mohawk, Ranchero y Sahara en 1.45, 1.36 y 1.71 magnitudes, respectivamente. Entre muestreos, se observó diferencia en octubre y el primer corte de diciembre y la variedad C101 siempre fue diferente ($P < 0.01$).

Un 97% de la variación de la producción de MS total, se explica por las variables independientes del modelo: MM, hoja y tallo, lo que da gran certidumbre de predicción ($P < 0.01$): para C101 el modelo fue $Y = -2.53 + 1.0(\text{mm}) + 1.05(\text{hoja}) + 1.0(\text{tallo})$. El rendimiento de MS total en C101, Mohawk, Ranchero y Sahara presentó correlación positiva moderada con los componentes morfológicos. Tasa de crecimiento (TC). La curva ajustada de TC, presenta comportamiento sigmoideal y se caracterizó por depender de las bajas temperaturas. La tasa de crecimiento mostró correlación negativa con AFE en C101 y Sahara y positiva en Mohawk y Ranchero ($P > 0.05$; Fig. 2). Índice de Área Foliar. Mayor crecimiento foliar ocurrió posterior a las bajas temperaturas y el IAF fue menor a medida que se presentó mayor cantidad de MM. Se observó diferencia en promedio y por muestreo ($P < 0.05$; Cuadro 1). En general, menor IAF ocurrió en diciembre y febrero; Ranchero y Sahara mostraron mayor susceptibilidad a bajas temperaturas durante el año de establecimiento. En promedio de cinco muestreos, C101 fue mayor en 1.36, 3.03 y 3.79 magnitudes, en comparación a Mohawk, Ranchero y Sahara, respectivamente. Entre muestreos, las bajas temperaturas a principios de marzo afectan el crecimiento de las variedades, ya que no se observó crecimiento bajo las condiciones de desarrollo experimental. Área Foliar Específica. Se observaron diferencias de enero a abril ($P < 0.05$), para el muestreo de febrero no se observó crecimiento, por efecto de temperatura y la nula humedad disponible en suelo. La máxima AFE en C101 se presentó en marzo (Cuadro 1) y fue menor a menor temperatura, lo que afectó el peso de hoja. En promedio de muestreos, C101 superó a Mohawk, Ranchero y Sahara en 1.58, 3.0 y 3.09 magnitudes, respectivamente.

Entre muestreos, las bajas temperaturas de finales de febrero afectaron el AFE de todas las variedades. La producción promedio total de MS en ocho meses de temporal y frío (2.9 ton/ha), considerado como año de establecimiento (praderas juveniles), fue bajo comparado con las reportadas para trópico seco por Villanueva *et al.* (2006; 9.5 ton/ha/año) en Nayarit, con quemas mensuales en primavera y praderas consolidadas, de mayor tiempo de establecidas y similar a Ruiz *et al.* (2007; 2.2 ton/ha), durante ciclo agrícola primavera-otoño en la Comarca Lagunera. La disminución en MS aérea mostró una relación inversa con la temperatura baja y este fenómeno ocurre cuando la tasa de senescencia y descomposición, supera a la producción de hoja (Pérez *et al.*, 2004), ya que la temperatura base para desarrollo para Bermuda es 10°C ; similarmente, el desarrollo vegetal se vio afectado por menor cantidad de horas luz (Carey, 1995). Se observó rebrote constante a pesar de bajas temperaturas en las cuatro variedades, a 5 cm, los rizomas pueden sobrevivir temperaturas menores a 10°C , pero a 1°C los tejidos de la parte aérea mueren (Carey, 1995); sin embargo, permanece latente a temperaturas de -22°C . Aunque sobrevive temperaturas extremas, Bermuda muestra mejor desarrollo en inviernos moderados (USDA, 2000). En temporal, Bermuda puede sobrevivir largos periodos, sin exponer rizomas y raíces a la radiación solar. Con bajas temperaturas, las reservas de carbohidratos en rizomas son afectadas y los niveles son alterados por la relación respiración/fotosíntesis (Newman 1992). El tejido de inflorescencia se presentó cuando hubo de humedad y temperaturas que no llegaron a la congelación y la emisión de espiguillas puede ser factor de persistencia, aunque esto no significa que contengan semilla botánica (Pérez *et al.*, 2004). La tasa de crecimiento de la MS estuvo limitada por la temperatura. Cuando la AFE es alta, se incrementa el riesgo de pérdidas prematuras de tejido debido a bajas temperaturas, por lo que de ocurrir con mayor frecuencia y periodos largos, podría tener consecuencias graves para la planta (Lusk, 2002).

CONCLUSIONES

La MS producida por Bermuda, durante el año de establecimiento y en la época fría y seca es moderada, mostrando rebrotes aún en la época fría. C-101 produjo mayor MS aérea, IAF y AFE, en cada muestreo, respecto a Mohawk, Ranchero y Sahara. La máxima tasa de crecimiento coincide con la producción de hojas. El área foliar específica disminuye o es nula a medida que las temperaturas se reducen.

AGRADECIMIENTOS. Los autores agradecen a CONACyT, a la LPI-11 y LPI-16 del Colegio de Postgraduados, su valioso apoyo económico para la realización de este trabajo.

Figura 1. Composición morfológica de Bermuda C-101 (a), Mohawk (b), Ranchero (c) y Sahara (d).

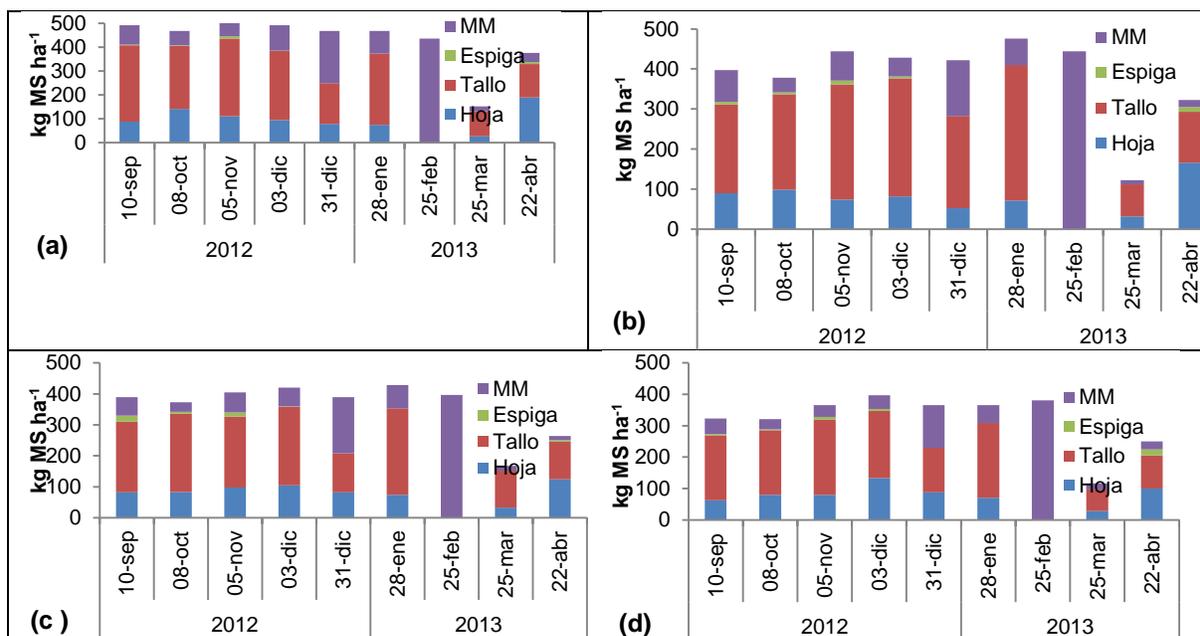
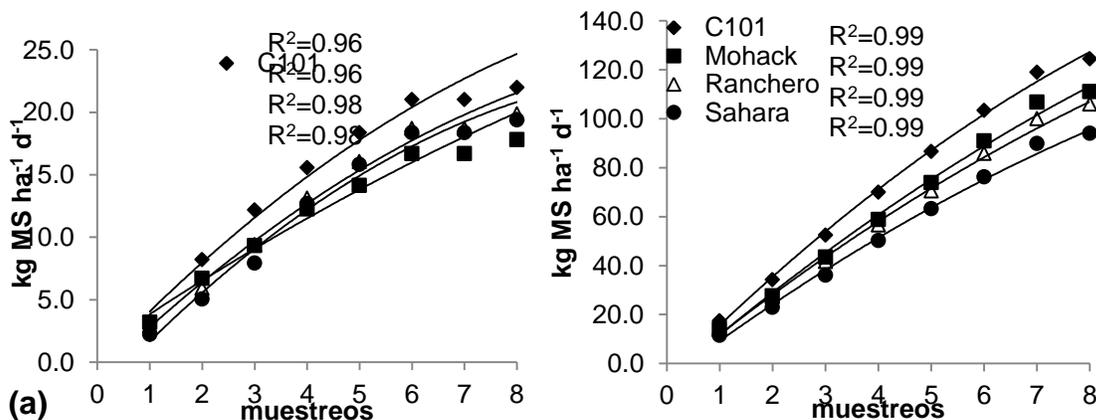


Figura 2. Tasa de crecimiento de hoja (a) y MS total (b) de cuatro variedades de Bermuda *Cynodon dactylon* (L.).



LITERATURA CITADA

- Anderson, B.W., J. Disano, D.L. Brooks, and R.D. Ohmart. 1984. Mortality and growth of cottonwood on dredge-spoil. *In*: Warner, R.E., and K.M. Hendrix, (eds.) California riparian systems: Ecology, Conservation, and Productive Management. University of California Press, Berkeley, CA. pp: 438-444.
- Aguilar-García, L., J.A. Escalante-Estrada, L. Fucikovsky-Zak, L. Tijerina-Chávez, M.E. Engleman. 2005. Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. *TERRA Latinoamericana*; 33: 303-310.
- Carey, J.H. 1995. *Cynodon dactylon*. *In*: Fischer, W.C., Compiler. The Fire Effects Information System [Data base]. U.S. Department of Agriculture, Missoula, MT. <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/graminoid/cyndac/>
- Elmore, C.L., and D.W. Cudney. 1998. Bermudagrass. The University of California, Statewide Integrated Pest Management Project, UC Pest Management Guidelines. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/PESTNOTES/pn7453.html>
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Cöpen. 4ª ed D.F México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Garduño, V.S., Pérez P.J., Hernández G.A., Herrera H.G., Martínez H.P.A., Joaquín T.B.M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. *Téc Pecu Méx*. 47: 189-202.
- Herrera, H. J.H. y Barreras S.A. 2000. Análisis estadístico de experimentos pecuarios (utilizando el programa SAS). Manual de procedimientos. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Especialidad de Ganadería, Colegio de Posgraduados
- Hunt, R. 1990. Basic Growth analysis. Plant growth analysis for beginners. Academic Division Unwin Hyman. Ltd. London, England. 111p.
- Lee, J.H. and E. Heuvelink. 2003. Simulation of leaf area development based on dry matter partitioning and specific leaf area for cut *Crysanthemum*. *Annals of Bot*. 91: 319-327.
- Lusk, C.H. 2002. Leaf area accumulation helps juvenile every green trees tolerate shade in a temperate rain forest. *Oecology* 132: 188-196.
- Newman, D. 1992. Element Stewardship Abstract for *Cynodon dactylon* – Bermuda Grass. The Nature Conservancy. Arlington, Virginia. <http://tncweeds.ucdavis.edu/esadocs/documnts/cynodac.html>
- Ortiz, S, C. 1997. Colección de monolitos. Montecillo, Texcoco Edo. de México. Depto. génesis de suelos. Edafología, IRENAT. Colegio de Posgraduados. 1997.
- Pérez, A. J. A., García M. E., Enríquez Q. J. F., Quero C. A. R., Pérez P. J. Hernández G. A. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (*Brachiaria* híbrido, cv). *Técnica Pecuaria en México*; 42: 447-458.
- Ruiz, C. R., Aldaco N R.A., Montemayor T. J.A., Fortis H. M., Olague R. J., Villagómez G. J. C. Aprovechamiento y mejoramiento de un suelo salino mediante el cultivo de pastos forrajeros. *Técnica Pecuaria en México*; 2007: 45:19-24.
- SAS, 1999. User's guide. Statiscs, version 8. Sixth edition. SAS inc. Cary, North Carolina, USA.
- USDA NRCS Plant Materials Program. 2000. Plant Fact Sheet: Bermudagrass. U.S. Department of Agriculture, National Resources Conservation Service. Website: <http://plant-materials.nrcs.usda.gov/>
- Villanueva, A. J.F., Negrete R. L.F. Villalobos G. J. C. Britton C.M. 2008. Respuesta de seis gramíneas tropicales a la quema prescrita en la costa oeste de México. *Técnica Pecuaria en México*; 46: 397-411.

Cuadro 1. Índice de Área Foliar y Área Foliar Específica en cuatro variedades de Bermuda *Cynodon dactylon* (L.).

Concepto	Variedad	2012	2013				Promedio
		31-dic	28-ene	25-feb	25-mar	22-abr	
IAF	C101	157 ^{aB†}	1037 ^{aAB}	0 ^B	1133 ^{aAB}	1779 ^{aA}	1026 ^a

IAF	Mohack	75 ^{bb}	471 ^{bb}	0 ^B	758 ^{aAB}	1709 ^{aA}	753 ^{ab}
IAF	Ranchero	74 ^{bc}	535 ^{ba}	0 ^C	300 ^{bb}	446 ^{aAB}	339 ^{bc}
IAF	Sahara	70 ^{bc}	287 ^{cb}	0 ^C	300 ^{bAB}	426 ^{aA}	271 ^c
	Promedio	94	583	0	623	1090	597
AFE	C102	24 ^B	154 ^{aB}	0 ^B	421 ^{aA}	93 ^{aB}	173 ^a
AFE	Mohack	22 ^{CD}	72 ^{abBC}	0 ^D	248 ^{abA}	97 ^{aB}	109 ^b
AFE	Ranchero	17 ^{CD}	73 ^{abAB}	0 ^D	94 ^{ba}	46 ^{bBC}	58 ^c
AFE	Sahara	18 ^B	47 ^{bb}	0 ^B	110 ^{ba}	49 ^{bB}	56 ^c
	Promedio	20	87	0	218	71	99

IAF= Índice de Área Foliar (cm^2/m^2); AFE = Área Foliar Especifica (g m^{-2}). † Literales diferentes por en IAF o AFE representan promedios diferentes ($P < 0.05$). Literales minúsculas corresponden a columnas y mayúsculas a hileras.